



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ ADMINISTRATIVNÍ
BUDOVY**

DESIGN OF A HEATING SYSTEM FOR AN OFFICE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Vítek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|-------------------------|---|
| Studijní program | B3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3608R001 Pozemní stavby |
| Pracoviště | Ústav technických zařízení budov |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|-----------------|---|
| Student | Lukáš Vítek |
| Název | Návrh systému vytápění administrativní budovy |
| Vedoucí práce | Ing. Karolína Vyhlídalová |
| Datum zadání | 30. 11. 2018 |
| Datum odevzdání | 24. 5. 2019 |

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Aktuální právní předpisy ČR
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu
5. Vědecká databáze

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce podle směrnice FAST

A. Teoretická část

- literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu
- výpočet tepelného výkonu
- energetický štítek obálky budovy
- návrh otopných ploch
- návrh zdroje tepla
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí
- návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou-li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt

- úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1:20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva
- Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, prohlášení, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je návrh vytápění a ohřev teplé vody pro administrativní objekt v Ostravě. Objekt má čtyři nadzemní a jedno podzemní podlaží. V podzemním podlaží se nachází technické zázemí budovy, sklady a podzemní garáže, v nadzemních podlažích jsou administrativní prostory. Vytápění je řešeno jako teplovodní se sdílením tepla do prostoru pomocí deskových otopných těles a konvektorů, ohřev teplé vody je řešen akumulacím ohřívačem. Jako zdroj tepla slouží kaskádové plynové kotle. Celý objekt je nuceně větraný. Teoretická část bakalářské práce se zabývá technologií BIM.

KLÍČOVÁ SLOVA

vytápění, měď, administrativní budova, plynový kotel, BIM, dimenzování, ohřev vody, izolace potrubí, oběhové čerpadlo, spotřeba energie, otopná tělesa

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to design a proposal of space heating and water heating system for an administrative building in Ostrava. The building has four above-ground floors and an underground floor. In the underground floor are located technical building background, stocks and a parking. In the above-ground floors are administrative offices. The heating is solved as a water heating, with a distribution of the heat into the space using panel radiators and convectors. Water heating is solved by an accumulation heater. As a heating energy source serves a cascade gas boilers. We can find in the whole building a forced ventilation. The theoretical part of this thesis deals with the BIM technology.

KEYWORDS

heating, copper, administrative building, gas boiler, BIM, dimensioning, water heating, pipe insulation, circulator pump, power consumption, heaters

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Lukáš Vítek *Návrh systému vytápění administrativní budovy*. Brno, 2019. 140 s., 318 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Karolína Vyhlídalová

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh systému vytápění administrativní budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

Lukáš Vitek
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh systému vytápění administrativní budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Lukáš Vítek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval mé vedoucí Ing. Karolíně Vyhlídalové za odborné vedení, cenné rady, trpělivost, ochotu a čas, který mi věnovala při zpracovávání bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a mým blízkým, kteří mě podporovali v průběhu bakalářského studia.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 13 |
| A. TEORETICKÁ ČÁST | 14 |
| A.1 ÚVOD | 14 |
| A.2 CO JE BIM | 14 |
| A.3 OBECNÉ ZÁKLADNÍ ODLIŠNOSTI BIM OD KLASICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ | 16 |
| A.4 HLAVNÍ PŘÍNOSY BIM MODELOVÁNÍ PRO ZÁKLADNÍ ÚČASTNÍKY STAVEBNÍHO PROCESU [6]: | 19 |
| A.5 PŘECHOD NA BIM | 21 |
| A.5.1 BIM V ČESKÉ REPUBLICCE | 22 |
| A.5.2 BIM VE SVĚTĚ | 24 |
| A.6 HISTORIE BIM | 26 |
| A.6.1 VZNIK BIM [12] | 26 |
| A.6.2 MODERNÍ HISTORIE | 27 |
| A.7 STRUČNÝ PŘEHLED NEJROZŠÍŘENĚJŠÍCH PROGRAMŮ | 28 |
| A.8 BIM A PROJEKTOVÁNÍ TZB | 30 |
| A.9 VÝHODY/NEVÝHODY TZB V BIM | 32 |
| A.9.1 PRAKTICKÉ VÝHODY PŘI TVORBĚ TZB PROJEKTU V BIM | 32 |
| A.9.2 MOŽNÉ PROBLÉMY A ÚSKALÍ PŘI TVORBĚ TZB PROJEKTU V BIM | 37 |
| B. VÝPOČTOVÁ ČÁST | 38 |
| B.1 ANALÝZA OBJEKTU – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ OBJEKTU | 38 |
| B.1.1 ANALÝZA OBJEKTU | 38 |
| B.1.2 KONCEPCE VYTÁPĚNÍ | 39 |
| B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU | 39 |
| B.2.1 STANOVENÍ A POSOUZENÍ SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA | 39 |
| B.2.2 SOUHRN SOUČINTELŮ PROSTUPU TEPLA | 47 |
| B.2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ | 48 |
| B.2.4 SOUHRN TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ | 52 |
| B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY | 58 |
| B.4 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH | 63 |
| B.4.1 VOLBA TEPLITNÍHO SPÁDU | 63 |
| B.4.2 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES A JEJICH VÝKON | 63 |
| B.4.3 SPECIFIKACE OTOPNÝCH TĚLES A PRVKŮ PRO JEJICH OVLÁDÁNÍ | 69 |
| B.4.3.1 RADIK KLASIK | 69 |
| B.4.3.2 VENTIL KOMPAKT | 72 |
| B.4.3.3 OTOPNÉ LAVICE KORALINE LD | 75 |
| B.4.3.4 KONVEKTORY KORALINE ECONOMIC LKE | 77 |

| | |
|---|------------|
| B.5 NÁVRH ZDROJE TEPLA | 78 |
| B.5.1 ODVOD SPALIN OD KOTLŮ..... | 79 |
| B.6 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY | 80 |
| B.6.1 POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY | 80 |
| B.6.2 ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV | 81 |
| B.7 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ | 84 |
| B.8 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL..... | 87 |
| B.9 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ..... | 93 |
| B.9.1 EXPANZNÍ NÁDOBA | 93 |
| B.9.2 POJISTNÝ VENTIL | 97 |
| B.10 NÁVRH TEPELNÝCH IZOLACÍ POTRUBÍ..... | 99 |
| B.11 DILATACE POTRUBÍ..... | 101 |
| B.12 NÁVRH VÝŠE NESPECIFIKOVANÝCH ZAŘÍZENÍ | 104 |
| B.12.1 HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ | 104 |
| B.12.2 NÁVRH ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE | 105 |
| B.12.3 NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ | 106 |
| B.12.4 NÁVRH VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ | 110 |
| B.12.5 AUTOMATICKÁ BLOKOVÁ ÚPRAVA VODY | 113 |
| B.13 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE A PALIVA | 114 |
| B.13.1 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY | 114 |
| B.13.2 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ | 115 |
| B.13.3 CELKOVÁ ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE NA OHŘEV TV A VYTÁPĚNÍ | 116 |
| B.13.4 ROČNÍ SPOTŘEBA PALIVA..... | 116 |
| C. TECHNICKÁ ZPRÁVA | 117 |
| C.1 ÚVOD..... | 117 |
| C.1.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ..... | 117 |
| C.1.2 POPIS PROVOZU | 117 |
| C.1.3 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU | 118 |
| C.1.4 ROZSAH PROJEKTU | 118 |
| C.2 TEPELNÉ ZTRÁTY A POTŘEBA TEPLA..... | 118 |
| C.2.1 KLIMATICKÉ PODMÍNKY V MÍSTĚ OBJEKTU | 118 |
| C.2.2 VNITŘNÍ NÁVRHOVÉ PODMÍNKY | 118 |
| C.2.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ | 119 |
| C.2.4 TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY | 119 |
| C.2.5 POŽADOVANÝ TEPELNÝ VÝKON..... | 119 |
| C.2.6 PARAMETRY TEPLONOSNÉ LÁTKY..... | 119 |
| C.2.7 SPOTŘEBA ENERGIE/PALIVA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY | 119 |
| C.2.7.1 SPOTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY | 119 |
| C.2.7.2 POTŘEBA PALIVA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY | 119 |
| C.3 ZDROJ TEPLA A PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY | 120 |
| C.3.1 ODKOUŘENÍ..... | 120 |
| C.3.2 VĚTRÁNÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI | 120 |

| | |
|--|------------|
| C.3.3 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ..... | 120 |
| C.4 OTOPNÁ SOUSTAVA | 121 |
| C.4.1 POPIS OTOPNÉ SOUSTAVY | 121 |
| C.4.2 OBĚHOVÁ ČERPADLA | 121 |
| C.4.3 ARMATURY A ZAŘÍZENÍ..... | 121 |
| C.4.4 NAPOUŠTĚNÍ A VYPOUŠTENÍ SOUSTAVY | 122 |
| C.4.5 TEPELNÉ IZOLACE | 122 |
| C.4.6 OTOPNÁ TĚLESA | 122 |
| C.4.7 MĚŘENÍ REGULACE OTOPNÉ SOUSTAVY | 122 |
| C.5 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE | 123 |
| C.5.1 STAVEBNÍ PRÁCE..... | 123 |
| C.5.2 ZDRAVOTECHNIKA A PLYNOINSTALACE..... | 123 |
| C.5.3 ELEKTROINSTALACE | 123 |
| C.6 MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU | 123 |
| C.6.1 ZRDOJ TEPLA | 123 |
| C.6.2 OTOPNÁ SOUSTAVA | 124 |
| C.6.3 ZKOUŠKY..... | 124 |
| C.6.3.1 ZKOUŠKA TĚSNOSTI..... | 124 |
| C.6.3.2 DILATAČNÍ ZKOUŠKA | 124 |
| C.6.3.3 TOPNÁ ZKOUŠKA | 124 |
| C.7 OBSLUHA A OVLÁDÁNÍ | 125 |
| C.8 BEZPEČNOST, OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ | 125 |
| C.8.1 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ | 125 |
| C.8.2 HOSPODAŘENÍ S ODPADY | 125 |
| C.8.3 BEZPEČNOST PŘI REALIZACE..... | 125 |
| C.8.4 BEZPEČNOST PŘI PROVOZOVÁNÍ A UŽÍVÁNÍ | 125 |
| C.8.5 POŽÁRNÍ OCHRANA | 125 |
| C.9 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY | 125 |
| ZÁVĚR | 127 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 128 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ | 131 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ..... | 136 |
| PŘÍLOHY | 140 |

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá vytápěním administrativní budovy ve městě Ostrava. Cílem je navrhnout teplovodní otopnou soustavu, která vycházející z tepelných ztrát, jako zdroj je využito kaskádových plynových kotlů. Pro distribuci tepla jsou použity měděné rozvody a desková otopná tělesa, která jsou doplněná o konvektory a otopné lavice. Součástí práce je návrh ohřevu teplé vody. Práce je rozdělena do tří základních částí: teoretická část, výpočtová část a část projektová.

První kapitola této práce je teoretická a zabývá se technologií BIM.

V druhé (výpočtové) části projektu je předmětem návrh otopné soustavy. Je zde řešen prostup tepla jednotlivými konstrukcemi, tepelné ztráty objektu, zhotovení energetického štítku obálky budovy, návrh otopných těles a jejich armatur, návrh vedení potrubí a následné dimenzování a hydraulické vyvážení soustavy, návrh zdrojů tepla a přípravy teplé vody a návrh dalších zařízení a příslušenství. Na závěr je vyhodnocená roční potřeba tepla a paliva.

Třetí část tvoří technická zpráva a projektová dokumentace.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 ÚVOD

Dnešní doba klade neustále se zvyšující nároky na projektování staveb. Klasický přístup k projektové dokumentaci je vázaný na 2D výkresy a na doplňující texty (výpočty, technické zprávy, podklady výrobců, aj.). Tento klasický přístup je nevhodný především z důvodů častých změn projektu, změny obvykle neproběhnou ani správně ani úplně. Velká část projektantů právě z těchto důvodů stále častěji přechází k technologii BIM. BIM nám oproti klasickému přístupu k projektování z pohledu projektanta dovoluje téměř okamžitě reagovat na vývoj projektu a informuje o tom všechny osoby, které se projektu účastní. Kompletně zpracovaný model nám pak poskytuje informace o budově po celou její životnost.

V Teoretické části se zabývám tím, co je to BIM, jak funguje, jaké jsou jeho hlavní výhody a nevýhody v obecném pojetí, nastínění historie BIM a současně nejrozšířenějších programů a v poslední části BIM ve spojitosti s oborem TZB. V projektové části této práce byl BIM také částečně použit.

A.2 CO JE BIM

Zkratka BIM = Building Information Modeling, tedy česky Informační Model Budovy.

Jde tedy o dlouhodobý proces vytváření a správy dat dané budovy během celého jejího cyklu. V podstatě se dá říct, že BIM model je digitální model, který funkčně nahrazuje skutečný objekt včetně jeho charakteristik a slouží tak, jako databáze informací, čímž nám zprostředkuje efektivnější předávání informací mezi všemi účastníky [1].

Je potřeba si uvědomit, že BIM se neomezuje pouze na budovu ale na stavbu obecně a také na stavební proces [1].

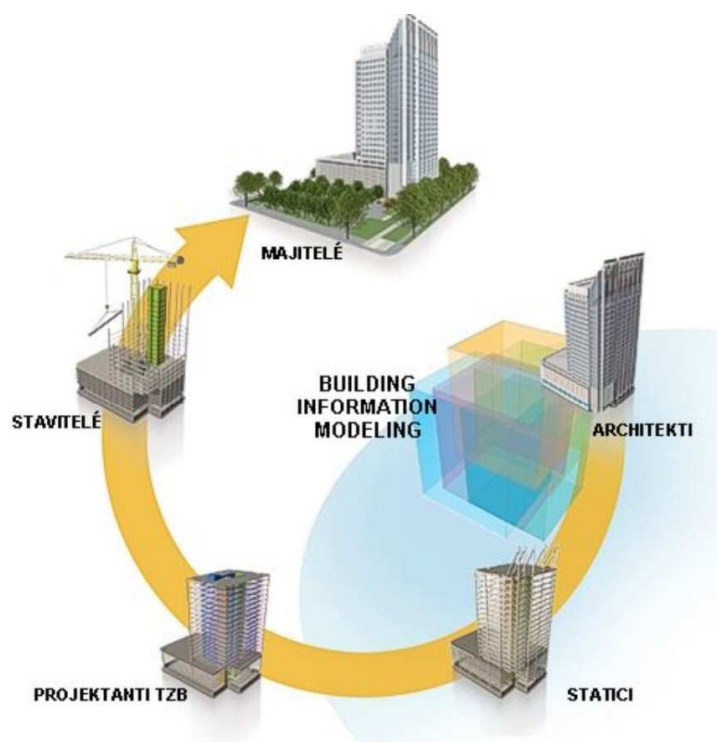
Informační model budovy si můžeme představit jako databázi. Tato databáze obsahuje úplné informace od počátečního návrhu, přes výstavbu, správu, užívání budovy, až po případnou demolici. Do této databáze přispívají všichni účastníci stavebního procesu. Pro správnou funkci je zapotřebí, aby se do procesu všichni účastníci zapojili. Nespornou výhodou BIM modelování je to, že model je viditelný kompletně pro všechny účastníky v aktuálním provedení [1].

Za informační model je často označován samotný 3D model budovy, což ovšem není pravda. Samotný 3D model budovy je pouze jednou z možností reprezentace informací z databáze informací o budově. 3D model budovy je ovšem bezesporu velmi užitečnou pomůckou pro projektanta, který má za úkol navrhnout stavbu dle požadavků investora, tak aby splňovala požadavky normy a byla možná její následná proveditelnost [1].

BIM neslouží pouze projektantům, různé informace z databáze zajímají různé účastníky procesu [1].

Jeden z častých důvodů, pro zavádění BIM je koordinace jednotlivých profesí tak, aby se případné chyby a kolize odstranili již v době návrhu a nikoli až v době samotné realizace. Při používání klasického způsobu projektování je odhalení některých kolizí velmi obtížné a pravděpodobnost chyb projektu je mnohonásobně vyšší [1].

Za informačním modelováním se tedy ukrývá ucelený proces, kdy si všichni účastníci stavebního procesu mezi sebou vyměňují informace a tvoří jednotnou databázi informací [1].



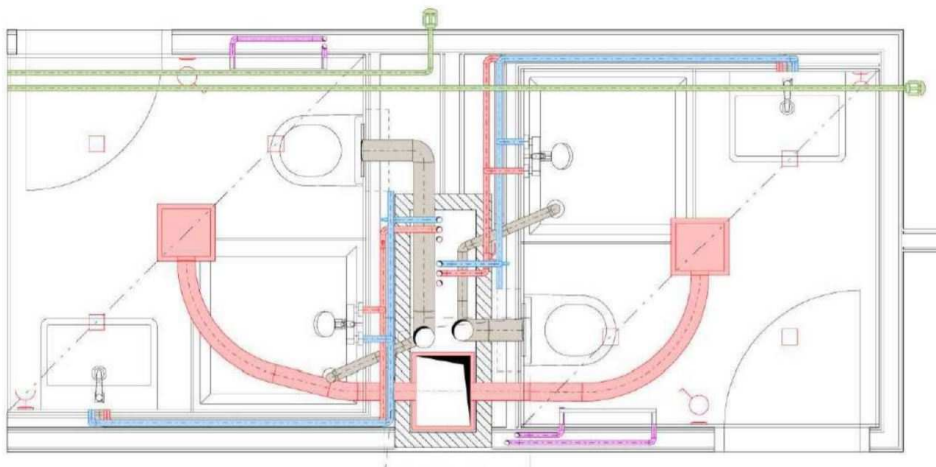
Díky využití jednotného informačního modelu budovy (BIM) lze snadno sdílet data mezi jednotlivými projekčními nástroji a přistupovat na kompletní data po celou dobu životního cyklu stavby.

Obrázek 1: Základní definice BIM v obrázkovém pojetí [1]

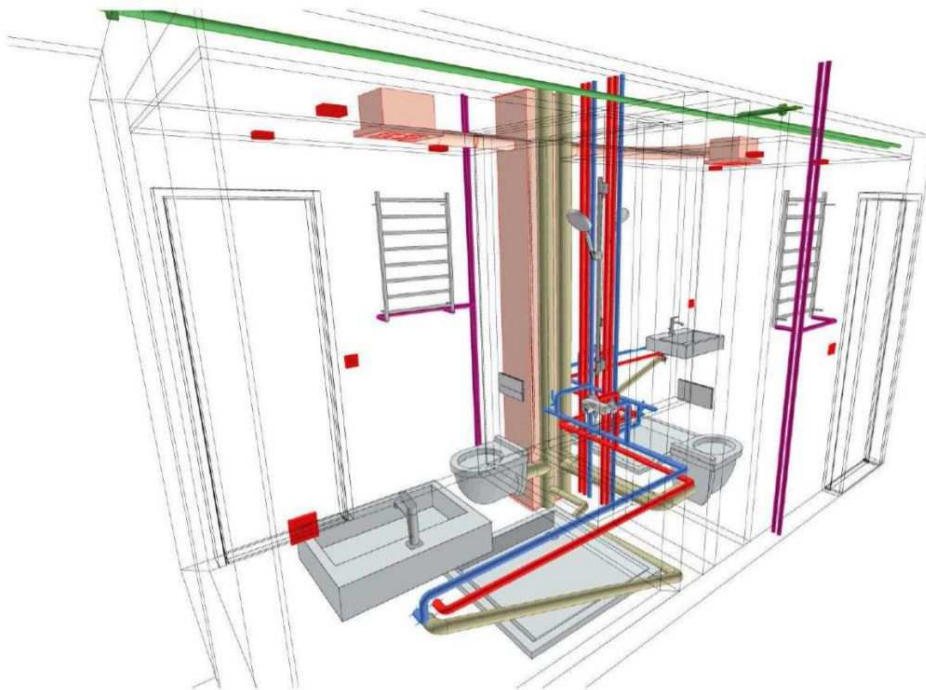
A.3 OBECNÉ ZÁKLADNÍ ODLIŠNOSTI BIM OD KLASICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ

Odlíšnosti BIM od klasického přístupu k navrhování můžeme nalézt v mnoha ohledech.

Jeden z významných rozdílů je ten, že projektování pomocí BIM nás donutí tvořit prostorový model budovy a pracovat se všemi informacemi, díky vytvořenému modelu můžeme následně generovat všechny 2D výkresy. Dostáváme tak mnohem realističtější představu o budově již ve fázi projektování. Tento přístup k projektu je obecně blíže našemu přirozenému vnímání okolního světa [1].

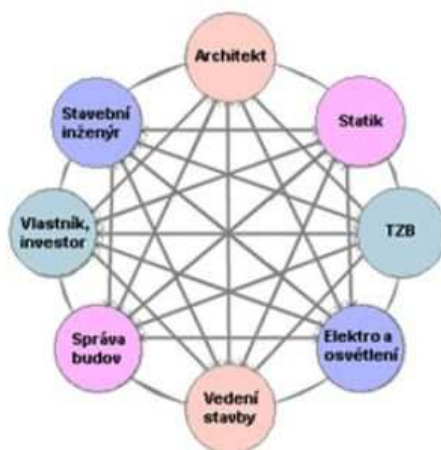


Obrázek 2: Ukázka 2D zobrazení [2]



Obrázek 3: Ukázka 3D zobrazení [2]

Další odlišností je již zmíněné předávání informací mezi všemi účastníky, což názorně ukazuje obrázek níže.



*Sdílení informací při standardním způsobu
projektování*

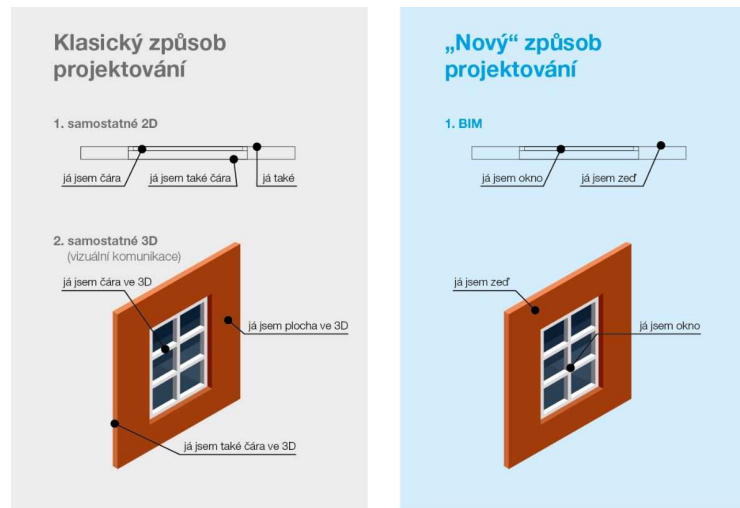
Obrázek 4: Sdílení informací při standardním způsobu projektování [3]



Sdílení informací při BIM projektování

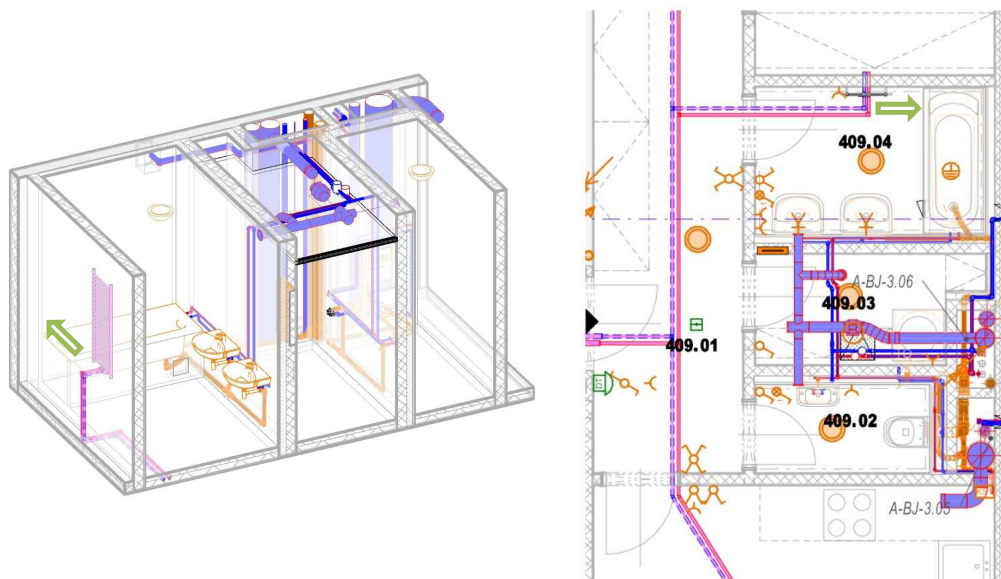
Obrázek 5: Sdílení informací při BIM projektování [3]

Každá čára v projektu je zobrazením daného prvku, který má definované parametry pro další využití, na rozdíl od klasického 2D projektování, kde čára zobrazuje pouze čáru, což dobře vystihuje obrázek níže.



Obrázek 6: Zobrazení klasického způsobu projektování a BIM projektování [4]

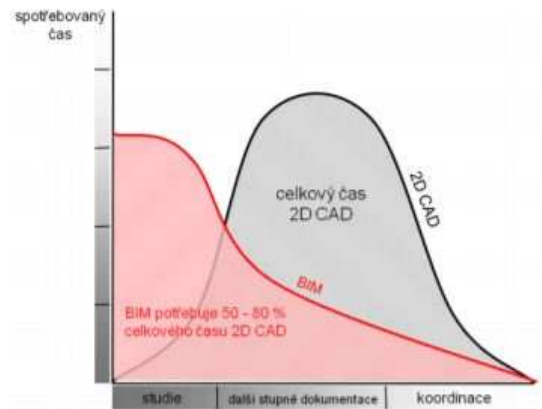
Změna provedená v jakékoli implementaci modelu (např. v půdorysu), se okamžitě projeví ve všech ostatních implementacích daného modelu, protože jsou na sobě závislé, tím je vyloučeno to, že zapomeneme daný prvek na některém z výkresů upravit.



Obrázek 7: Ukázka 2 BIM zobrazení a vzájemného propojení [16]

Koordinace profesí je na mnohem vyšší úrovni.

Časová náročnost projektů, která je kratší oproti klasickému způsobu projektování (ukázáno na grafu níže).



Graf 1: Porovnání časů projektování klasickým způsobem a BIM projektování [5]

A.4 Hlavní přínosy BIM modelování pro základní účastníky stavebního procesu [6]:

Pro investora

- BIM model znamená lepší řízení změn v průběhu projektování.
- zdroj informací pro následný provoz a údržbu, s čímž souvisí snížení finanční nákladnosti v budoucnu na provoz a údržbu
- zlevnění fáze realizace v důsledku koordinace všech profesí již ve fázi projektu
- možnost tvoření úspornějších budov
- neustálá kontrola projektu
- podklad pro prezentaci projektu (vizualizace, katalogy, info pro veřejnost aj.)

Pro projektanta

- efektivnější způsob navrhování o 20 - 50 %
- rychlá reakce na změny v projektu
- minimalizace chyb při koordinaci všech profesí
- možnost použití analýz a simulací virtuálního modelu, který odpovídá skutečné budově (energetická, statické aj. analýzy)
- možnost jednoduchého generování 2D výkresů a detailů z modelu

Pro stavební firmu

- díky BIM lze zkrátit celý cyklus výstavby
- předcházení kolizí a s tím souvisejících následných víceprací
- rychle zpracování výkazů výměr, kdy je zamezeno pochybení lidského faktoru při ručním odečítání kubatur a tvorbě výkazu výměr
- přehlednost návrhu a rychlejší kontrola projekčních podkladů při koordinaci a plánování na stavbě

Pro správce budovy

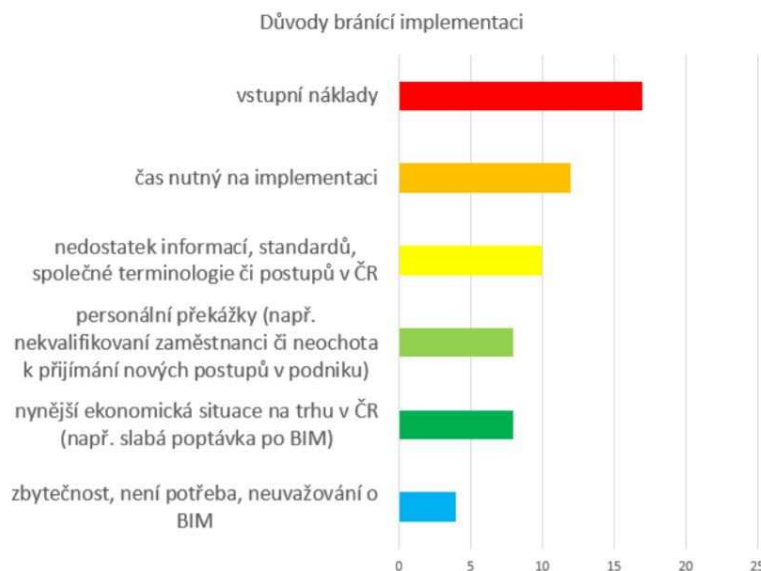
- největším přínosem BIM přístupu k navrhování staveb je, že ke kompletním informacím o všech částech budovy, včetně plánu a historie údržby lze přistupovat pomocí informačního modelu v měřítku 1:1
- model je pro správce databáze informací o spravované budově
- umožňuje velmi rychlé dohledání informací o správě budovy i v rozsáhlých modelech
- BIM umožňuje v rámci budovy okamžitě a přesně lokalizovat vybavení/zařízení, které vyžaduje údržbu
- Při plánované změně dispozice BIM model pomáhá vizualizovat prostor pro lepší představu, jak nejlépe by měl být daný prostor přestavěn, a také pomůže předem eliminovat možné problémy.
- BIM pomáhá efektivně udržovat dokumentaci spravované budovy ve skutečném stavu provedení.
- BIM může ukázat rychle a vizuálně, kde a jaký prostor by mohly být využity efektivněji.
- umožňuje optimalizaci lidských zdrojů a tím lze dosáhnout snížení nákladů na správu objektu

A.5 PŘECHOD NA BIM

Přechod z klasického způsobu navrhování na BIM je spojený se změnou procesů, zejména po stránce sdílení dat a výměny informací, dále se zavedením nových technologií, které umožňují informační modely tvořit.

Hlavními důvody, proč část projektantů zatím nepřešla na BIM jsou [7]:

- je nutné, aby BIM jasně pochopili všechny zúčastněné strany a výhody plynoucí z používání BIM byly co nejvíce maximalizovány
- čas potřebný na přechod
- nedostatek informací, standardů, či postupů v ČR
- nekvalifikovanost projektantů, či neochota učit se nové postupy
- v poslední řadě finanční náročnost licencí software pro tvorbu BIM, s velmi obtížným odhadem návratnosti investice
- chybějící knihovny BIM objektů
- obrázek níže názorně ukazuje míru důležitosti jednotlivých důvodů, kvůli kterým projektanti v ČR, nezavádějí BIM



Obrázek 8: Důvody bránící implementaci BIM v ČR [7]

A.5.1 BIM v České republice

Obyčejně lze říci, že BIM v České republice značně zaostává za částmi světa, kde se BIM již standardně používá a považuje se za plnohodnotný nástroj projektování ve stavebnictví. Z toho lze usuzovat, že je jen otázkou času, než se projektování pomocí BIM stane standardem i u nás. Důvodem, proč u nás tomu tak není je ten, že první pokusy o zavedení BIM u nás proběhly mnohem později, než v některých jiných částech světa.

BIM v České republice není zatím tolik zavedený ale už i u nás jsou úspěšně realizovány projekty s využitím BIM. Předním hráčem na trhu v oblasti BIM projektování je společnost Skanska, a.s., která už některé objekty s využitím BIM přístupu zrealizovala a plánuje výstavbu dalších [9].

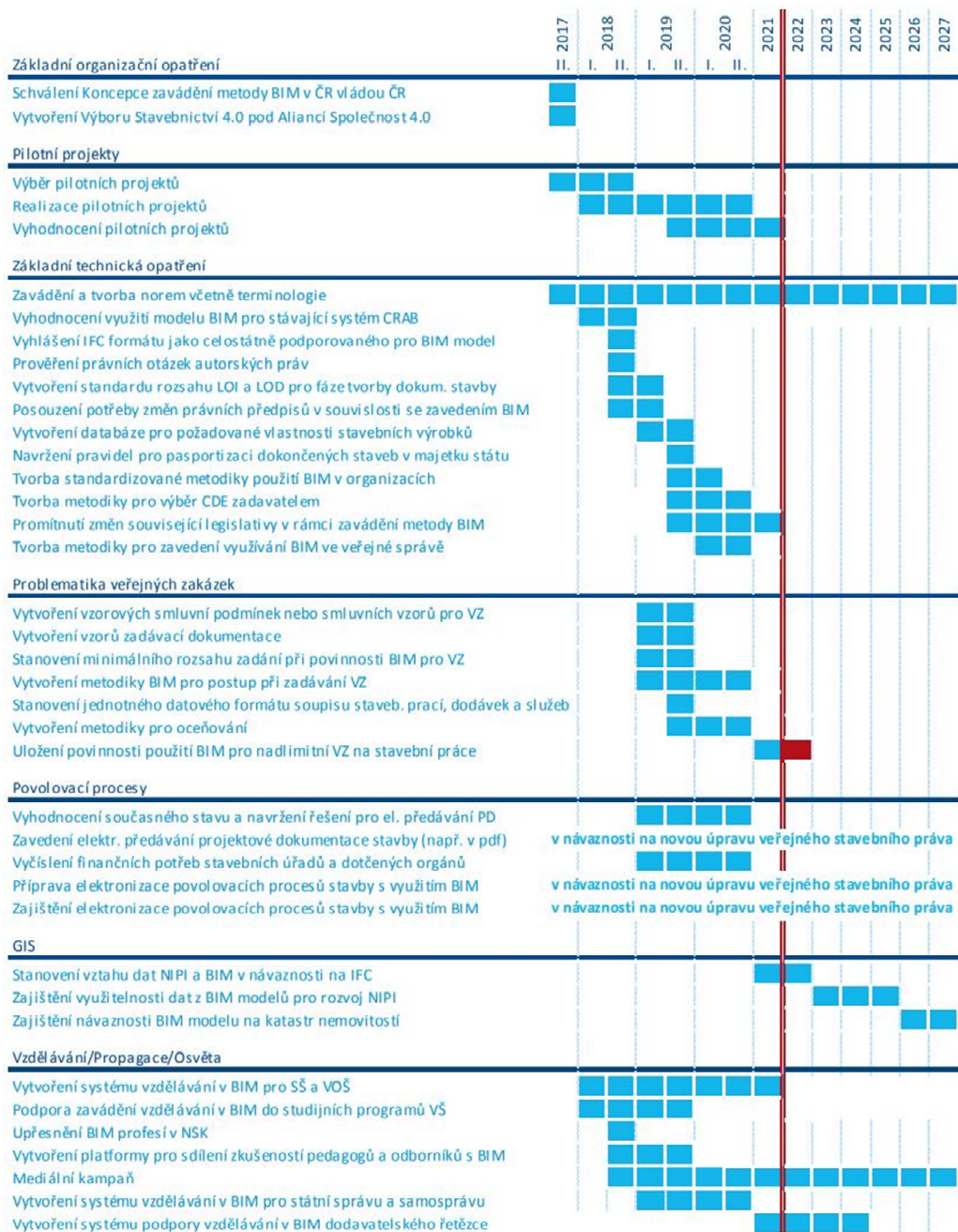
„V běžně používané praxi se zpracování BIM modelu objevuje nejčastěji v architektonicko-stavebním řešení dokumentace stavby, částečně i ve statických výpočtech s tím, že zde se většinou jedná o vstupy ze stavební části. Podobné výsledky jsou i pro část TZB, kde jsou v lepším případě projektanti schopni výstupy ve formě BIM modelu (3D) použít pro své návrhy jako vstup a případně poskytnout zpět své výstupy ve formě 3D pro koordinaci. Pro tyto profese je však tato situace velmi zřídka zejména i proto, že zvyklosti a normy pro 2D dokumentaci TZB se od pojetí v metodě BIM liší.“ [8]

Mottem pro zavádění BIM Ministerstva obchodu a průmyslu České republiky je:

„Zavedení metody BIM uspoří náklady na pořízení a rekonstrukce staveb a jejich provozování. Díky zavedení metody BIM do dosud nedigitalizovaného sektoru stavebnictví bude stát, jako dobrý hospodář, za stejné peníze schopen postavit a udržovat více staveb než dosud.“ [8]

Vláda schválila koncepci zavádění BIM, čímž dala najevo, že využívání BIM podporuje. Stěžejním termínem schváleného harmonogramu je rok 2022, odkdy bude dle schváleného plánu povinnost použít BIM pro nadlimitní veřejné zakázky.

Následující obrázek zobrazuje schválený harmonogram zavádění BIM v České republice.



Obrázek 9: Harmonogram zavádění BIM v ČR schválený Ministerstvem průmyslu a obchodu [8]

A.5.2 BIM ve světě

Ve spoustě zemí není BIM takovou neznámou, jako je tomu stále u nás a v oblasti používání BIM jsou tyto státy na mnohem vyšší úrovni. Následně bude nastíněna metodika používání BIM ve státech, kde je již BIM dobře zavedený. Obecně se dá říci, že v oblasti používání BIM jsou nejpokročilejší země USA a Finsko, velmi dobře na tom jsou všechny skandinávské země.

FINSKO

Finsko začalo s používáním BIM jako jedno z prvních. Již v roce 2001 byly tvořeny první projekty pomocí této technologie a brzy začala být tato technologie vyžadovaná v rámci správy veřejných budov. Postupem času se používáním technologie BIM začalo rozšiřovat ve státním ale i v soukromém sektoru, to vedlo k tomu, že Finsko má dnes pozici lídra v oblasti využívání BIM a jeho dalšího rozvoje [9].

Finsko velmi dobře pracuje na definování celonárodních standardů a norem pro navrhování s využíváním BIM [9].

Norsko

Používání BIM je v Norsku obdobné jako ve Finsku, k jeho zavádění vedly stejné impulsy, a to vyžadování BIM od organizací, které se starají o správu veřejných budov [9].

Až 70% architektonických ateliérů uvádí, že využívá metodiku BIM, a to i takové ateliéry, ve kterých je počet zaměstnanců menší než 5 [10].

Švédsko

Jak již bylo řečeno všechny skandinávské země jsou na špičce v oblasti zavádění BIM do stavebnictví s pomocí BIM a v případě Švédska tomu není jinak [9].

Velká Británie

Vláda Velké Británie jde naproti technologii BIM a vydala v roce 2011 strategii rozvoje a vývoje stavebnictví. V tomto dokumentu vymezuje postupy pro zavádění BIM pro státní projekty. Jedním z důležitých aspektů je, že od roku 2016 vláda vyžaduje pro všechny státní projekty plně funkční BIM modely, aby toho bylo možné dosáhnout, vláda zavedla různé podpory pro veřejný i soukromý sektor [1].

Spojené státy americké

Jakékoli zavádění nových technologií na americkém trhu trvá déle, je to dáno rozsáhlostí amerického trhu a jinak tomu není ani při zavádění BIM technologií. V současnosti je na americkém trhu nejvíce uživatelů BIM, je to ale dáno velikostí stavebního průmyslu v zemi. Z relativního pohledu představuje počet uživatelů BIM v Americe poměrně malé procento, které však rychle roste [9].

V USA je kladen velký důraz na snižování pořizovacích a hlavně provozních nákladů po dobu existence stavby. V roce 2009 vydal americký prezident zákon o životním prostředí, energetice a hospodárnosti, kde je uvedeno, že od roku 2020 se budou navrhovat pouze budovy, které budou nejpozději do roku 2030 vykazovat nulovou energetickou stopu. [9]

Tímto zákonem je tedy nepřímo podporováno BIM projektování, které umožňuje dosažení daných podmínek [9].

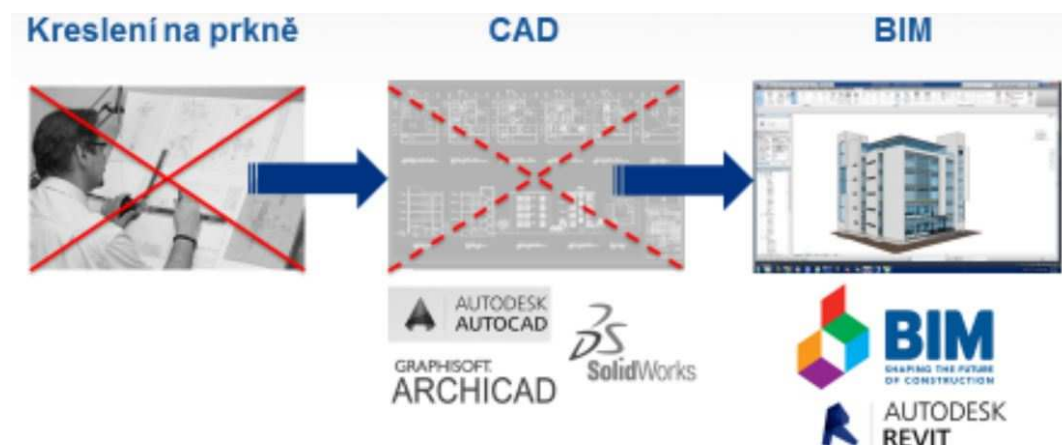
Některé státy USA si zavedly vlastní předpisy v oblasti BIM. (například v Texasu musí být od srpna 2009 všechny větší veřejné zakázky být řešeny pomocí BIM) [9].

Další světoví lídři v oblasti BIM projektování:

- Čína
- Indie
- Singapur
- Německo
- Dánsko

A.6 HISTORIE BIM

Vývoj projektování je obecně zobrazen na následujícím obrázku s předpokladem, že v budoucnu se bude projektovat pouze v BIM.



→ CAD návrh bude 100% nahrazen BIM.

Obrázek 10: Vývoj technologií v projekci staveb [11]

A.6.1 VZNIK BIM [12]

Původy BIM sahají až do roku 1975, tehdy americký profesor Charles Eastman vydal v časopise popis pracovního prototypu. V článku bylo popsáno, jak interaktivní prvky slučují informace o pohledech, řezech, půdorysech v jednom dokumentu s tím, že každou následnou změnu v projektu by stačilo provést v jednom ze zobrazení a změna by se automaticky promítla do všech ostatních výkresů. Bylo by tak velmi usnadněné generování výkresových detailů, detailů o nákladech na změnu, detailů o požadovaných materiálech a dalších. V této době však nebylo možné tuto myšlenku provázat s tehdejší počítačovou technologií.

Vlastní pojem BIM „Building Information Modeling“ byl poprvé publikován v článku autorů G.A. van Nederveena a F.P. Tolmana v článku „Automation in Construction“

Nejstarší zmínku o myšlence BIM někteří přisuzují Douglasu C. Engelebartovi, který popisuje, jak by měl v budoucnu vypadat architekt. Popisuje navrhování pomocí zadávání parametrů stavebních dílů do provázané databáze.

V 70. – 80. letech se prováděli studie a objevují se první snahy o komerční využití

Souběžně se vyvíjel i CAD (Computer Aided Design), který pochází cca z 80. let. V tu dobu začali projektanti používat výpočetní techniku a pro nás dnes primitivní kreslicí software založený na principu vrstev a hladin, které umožňovaly kreslit přes sebe. Rychlý rozvoj této technologie a nárůst používání výpočetní techniky a internetu dosáhl stavu, kdy většina projektantů přešla z papírových rolí právě k systémům CAD.

Za prvního průkopníka BIM modelování z hlediska Software se považuje program RUCAPS, který začal být jako první velmi brzy využíván pro komerční účely, a to i přes fakt, že náklady na výpočetní techniku pro tento software byly tak vysoké, že si je mohli dovolit ty největší stavby. Už v 80. však program pracoval s 3D daty. Z RUCAPS byly následně přetvořeny další programy např. Sonata (nakonec prodáno Autodesku). Funkce RUCAPS sloužili jako inspirace pro vývoj společnosti Revit Technology Corporation, která byla odkoupena Autodeskem a jejich Dílčí produkt Revit je dnes jedním z nejrozšířenějších programem pro BIM projektování.

A.6.2 MODERNÍ HISTORIE

V posledním desetiletí se informační modelování rozšířilo na plnohodnotnou metodiku, která v sobě zahrnuje všechny fáze stavby. Změny ve způsobu projektování z klasického na BIM má vliv na značnou část oborů stavebnictví. Systémy vzdělání se postupně přizpůsobují BIM modelování. Legislativa je postupně doplňována o potřeby BIM, aby bylo legislativně možné u veřejných zakázek využít úspor nákladů, které vznikají na základě používání BIM. Výrobci stavebních dílců, technických prvků, potrubí, armatur aj. vytvářejí vlastní BIM knihovny výrobků, které dávají projektantům k dispozici, čímž zefektivňují proces navrhování a propagují svojí produkci. Výrobci BIM software propojují model s jinými technologiemi – cloudová uložení, která usnadňují sdílení dat mezi zúčastněnými osobami a umožňuje napojení externích nástrojů (řízení staveb, kalkulace aj.), technologie 3D tisku aj. [12]

V současnosti se očekává rychlý rozvoj BIM technologie ve stavebnictví.

„Nabízí otázka, jak dlouho ještě budou programy pro podporu 2D projektování dodávány a podporovány. Vzhledem k rychlému technologickému rozvoji se odhaduje kolem 5 až 10 let.“ [11]

A.7 STRUČNÝ PŘEHLED NEJROZŠÍŘENĚJŠÍCH PROGRAMŮ

Dnes existuje mnoho programů, které se zabývají BIM navrhováním. Ve stručnosti uvedu nejrozšířenější programy určené pro projektanty pozemních staveb umožňující projekci technických zařízení budov.

Revit (od americké společnosti Autodesk)

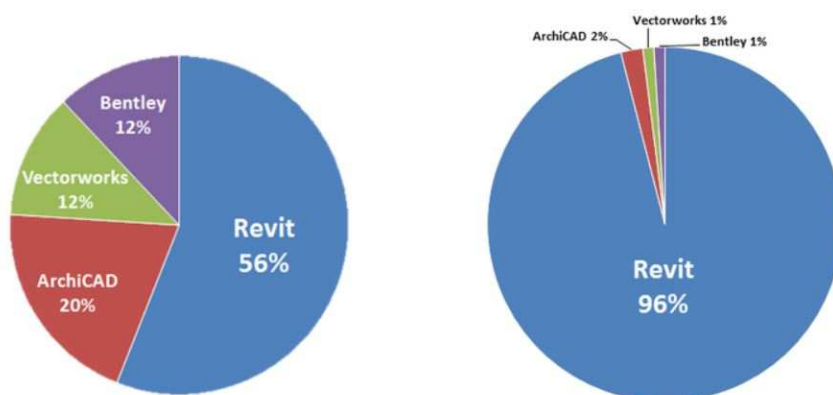


Obrázek 11: Logo Revit: [13]

U nás pravděpodobně nejrozšířenější nástroj pro informační modelování budov, který usnadňuje projektantům zpracovávat projekt od prvotních myšlenek až po realizace. Revit v sobě obsahuje funkce pro architektonický návrh, pro návrh technických zařízení budova, statickou a konstrukční část. Pro návrh TZB je aktuálně Revit pravděpodobně nejvíce propracovaným programem.

Revit je možné rozšířit o širokou škálu nástaveb.

„Skutečnost, že je u nás Revit pravděpodobně nejpoužívanější program, dokreslují i následující dva grafy (zdrojová data jsou získána z celoevropského interního průzkumu firmy Wavin z let 2014 a 2015). Oba grafy představují odpovědi na otázku „Jaký SW produkt pro možnost přípravy projektu ve shodě s BIM koncepcí je pro respondenta nejvhodnější“. První graf prezentuje názory respondentů zastupujících všechny oblasti stavebního projektování (architekt, statik, projektant stavební části a také projektanti různých profesí), druhý názory projektantů oboru TZB a ZTI. V prvním případě preferovalo program Revit více jak 50 % respondentů, pro druhou situaci bylo toto číslo ještě markantnější a s přehledem překročilo 90% hranici.“ [11]



Graf 2: Graf znázorňující využívání programu Revit [11]

Revit MEP (od společnosti Autodesk)



Obrázek 12: Logo Revit Mep [13]

Nástroj aplikace Revit, zaměřený na návrh a tvorbu projektové dokumentace technických zařízení budov. Nabízí pomůcky pro návrh a analýzu TZB rozvodů a protipožárních systémů.

ArchiCAD (od německé společnosti Graphisoft)



Obrázek 13: Logo Archicad [13]

ArchiCAD je vyladěný BIM program, který umí velmi dobře pracovat jako BIM současně tvořit 2D výkresy, je zaměřený hlavně na stavební část. V oblasti projektování TZB není program tak propracovaný, jako např. zmíněný Revit.

AllPlan (od německé společnosti Nemetschek)

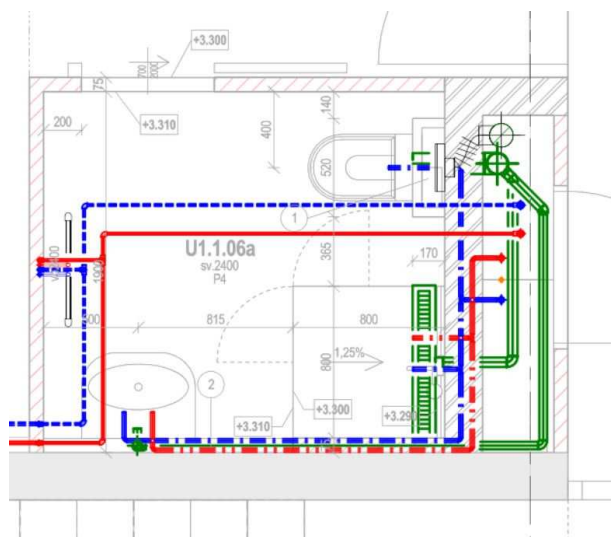


Obrázek 14: Logo Allplan [14]

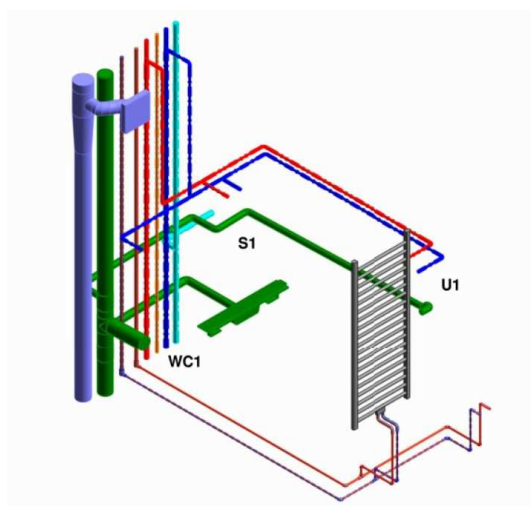
Rovněž umožňuje projektování informačních modelů pozemních staveb z pohledu architektury, statiky i TZB.

U nás není natolik rozšířený, jako výše zmíněné programy.

A.8 BIM A PROJEKTOVÁNÍ TZB



Obrázek 15: Ukázka 2D výstupu z BIM



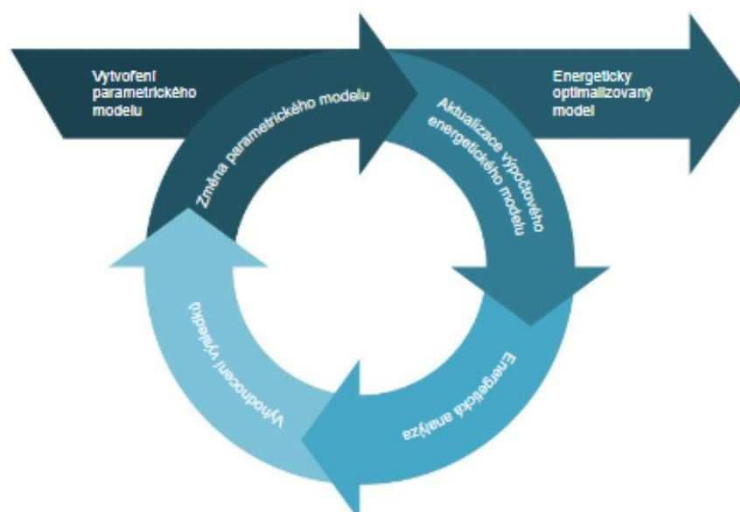
Obrázek 16: Ukázka 3D výstupu z BIM

Návrh technických zařízení budov je proces, který je závislý na předchozím projektování, architektonickém a statickém návrhu. V dnešní době jsou na technická zařízení budov, na energetiku obnovitelných zdrojů a na celkovou energetickou úspornost budov kladeny zvyšující se nároky. Nároky jsou kladeny nejen ze strany zákonných předpisů ale i z obecné snahy o co největší snižování provozních nákladů. Díky BIM je umožněna snazší spolupráce TZB specialisty s architektem a investorem. TZB specialista tak pracuje na projektu hned od začátku a umožňuje efektivnější koordinaci a domluvu mezi specialistou a architektem (jedná se například o umístění a velikost kotlen, šachet, skla-deb stěn aj.) [1].

Jednotlivé profese, pokud jsou projektovány klasickým způsobem, bývají často řešeny odděleně. Každá profese bývá řešena samostatně i přes skutečnost, že díky příchodu tzv. inteligentních systémů TZB jsou často jednotlivé profese mezi sebou velmi provázané. Obtížně řešena je potom koordinace jednotlivých TZB profesí mezi sebou, i TZB jako celku s ostatními částmi projektu. Jedním z cílů každého návrhu by měla být také snaha o úsporu nákladů během realizace a kolize profesí na stavbě bývají jedním z častých důvodů zvyšování finanční nákladnosti [1].

Model budovy často podléhá malým, až zásadním změnám během fáze návrhu, což je často provázané se změnami TZB systémů. Díky modelu jsou tyto změny mnohem rychlejší, je možné změny ihned znovu analyzovat a vyhodnotit, díky tomu je možné i poměrně snadné vytvoření více variant návrhu [1].

Vzhledem k tomu, že TZB je obor, který se neustále rozvíjí, systémy jsou složitější na výpočty, simulace, minimalizaci energetické náročnosti, koordinaci aj., lze očekávat, že projektování právě TZB v BIM se brzy stane nutností v rámci udržení konkurenceschopnosti s okolním trhem.



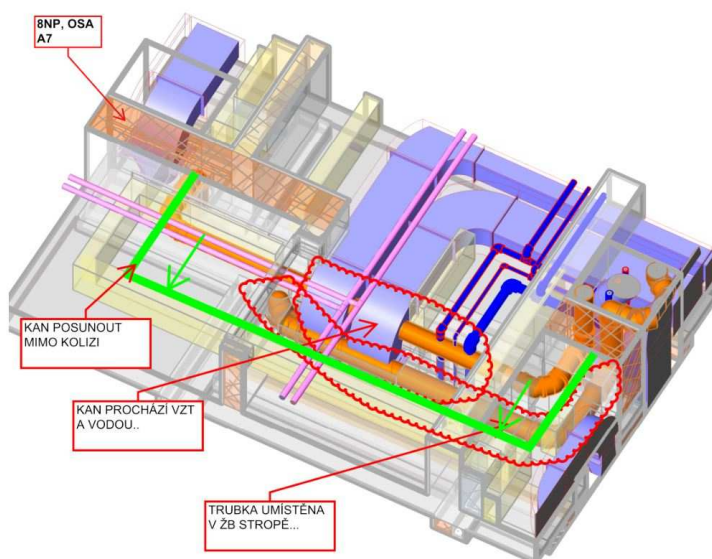
Obrázek 17: Zobrazení optimalizace modelu pomocí BIM [1]

A.9 VÝHODY/NEVÝHODY TZB V BIM

V Těto části práce budou naznačeny některé z výhod využívání BIM přímo při samotném návrhu a tvorbě TZB projektů, resp. Modelů. Pokud má něco výhody, musí mít i nevýhody, které budou také naznačené. Popisované výhody a úskalí vycházejí z možností programu Revit od společnosti Autodesk.

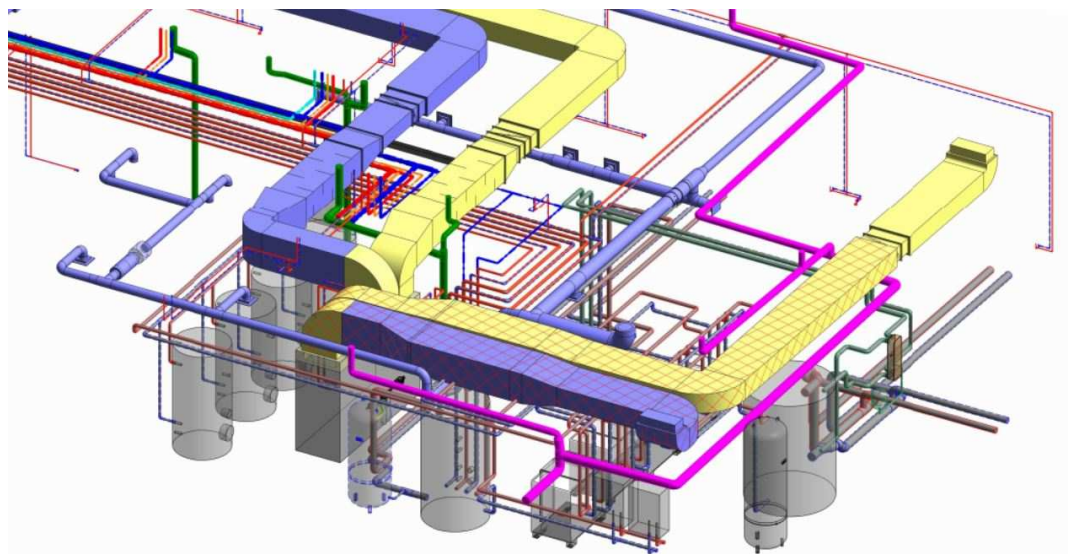
A.9.1 PRAKTICKÉ VÝHODY PŘI TVORBĚ TZB PROJEKTU V BIM

KOORDINACE PROFESÍ

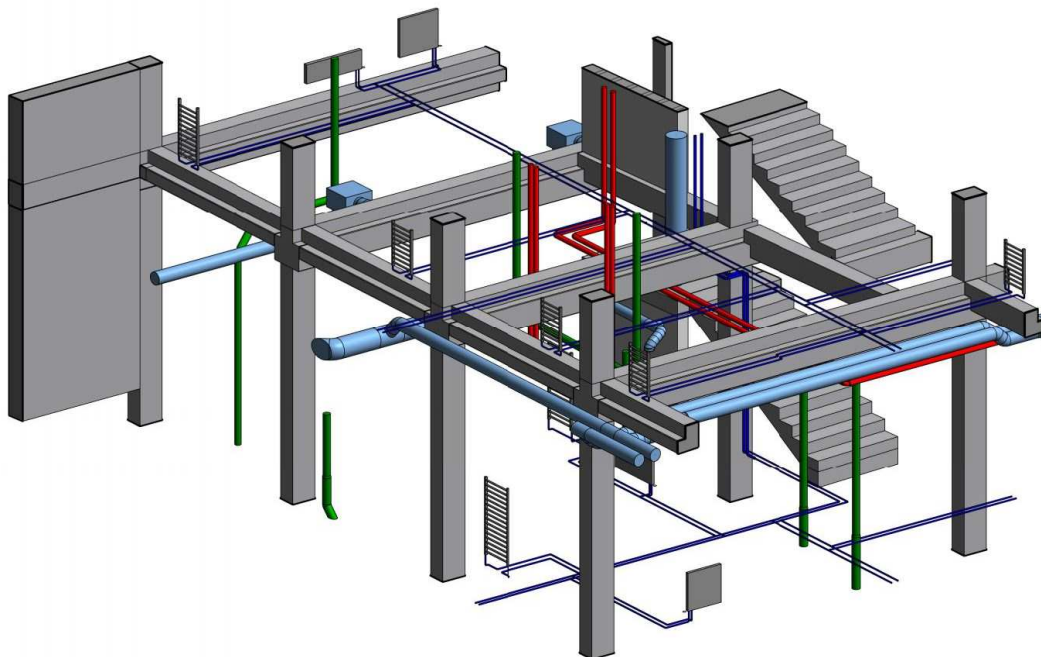


Obrázek 18: Ukázka ne zcela vykoordinovaného projektu TZB [16]

Zvláště u rozsáhlejších objektů, kde jsou i rozsáhlé systémy TZB, je jednou z největších výhod při použití BIM technologií právě snadné odhalení kolizí jednotlivých profesí a umožnění snadné koordinace, která by byla při běžném 2D projektování velmi obtížná.

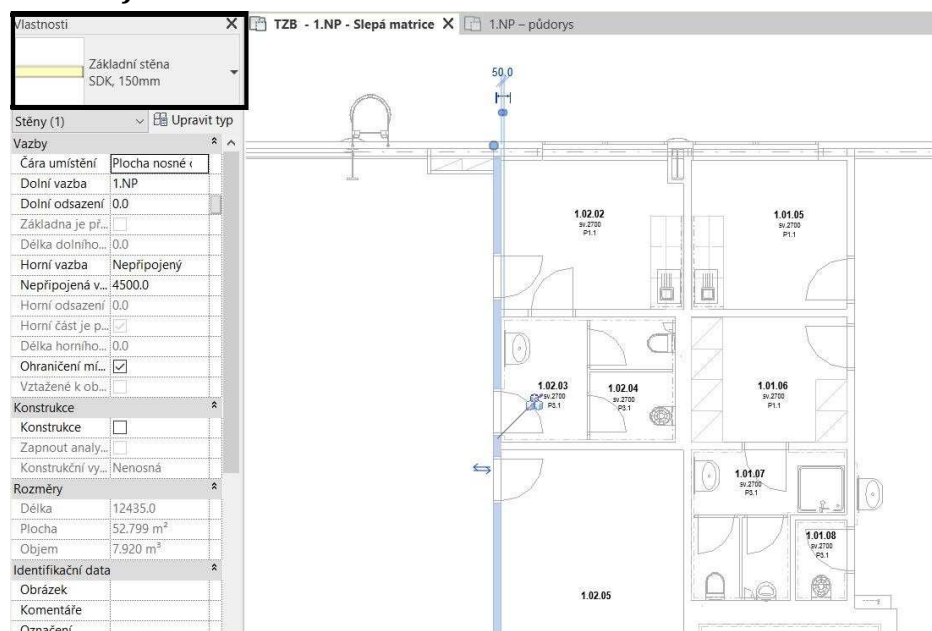


Obrázek 19: Ukázka zcela vykoordinovaného projektu TZB



Obrázek 20: Ukázka koordinace TZB s nosným skeletem objektu

STAVEBNÍ OBJEKTY S VLASTNOSTMI



Obrázek 21: Ukázka zobrazení vlastností konstrukcí

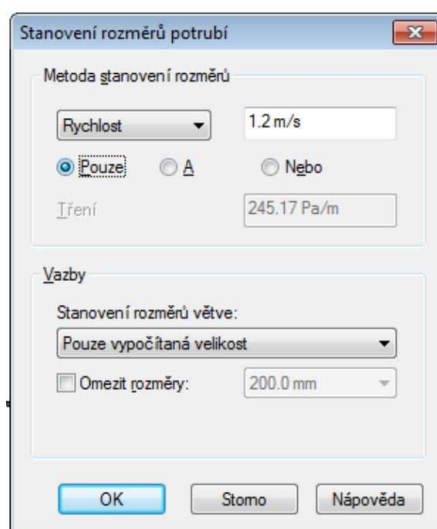
Při samotném vynášení systému ihned vidíme, jaké konstrukce jsou okolo a můžeme díky tomu rychle přizpůsobit způsob vedení rozvodů (například minimalizace prostupů nosnými konstrukcemi aj.)

GENERACE PROSTUPŮ

Pokud se tvorbě prostupů nosnými konstrukcemi pro TZB rozvody nevyhneme a jsme nuceni vést potrubí skrz nosnou konstrukci, program automaticky detekuje tento prostup a automaticky ho přiřadí do výkazu. Je tím zamezeno tomu, že se na některý prostup zapomene a musí být tvořen až dodatečně do hotové konstrukce.

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Software obsahuje kalkulátor pro výpočet rozměrů potrubí a tlakových ztrát v potrubí. Výpočet je prováděn dle obvyklých metodik na základě námi zadaných parametrů. Dimenze a parametry jsou okamžitě aktualizovány na základě vstupních parametrů.



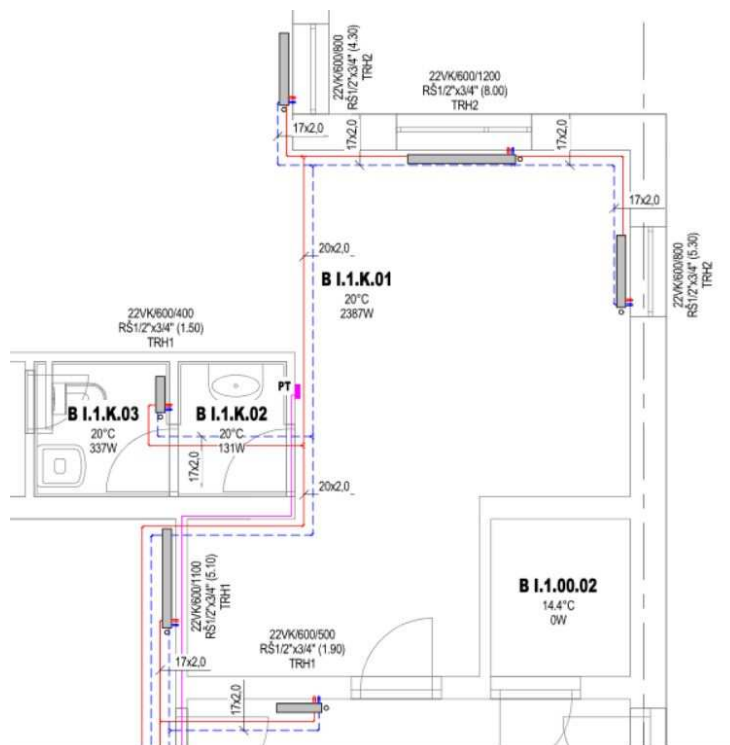
Obrázek 22: Ukázka možnosti stanovení metodiky dimenzování

SNADNÁ TVORBA DETAILŮ 2D/3D

Ve chvíli, kdy máme hotový TZB model, je snadné vytvořit jakýkoliv 2D nebo 3D detail, který se automaticky mění při změně modelu.

GENEROVÁNÍ 2D VÝKRESŮ AUTOMATICKY DO SPLEPÉ MATRICE

Po vytvoření modelu TZB systému nám správně nastavený program automaticky vygeneruje 2D výkresy přímo do slepých matic.



Obrázek 23: Ukázka automaticky vygenerovaného půdorysu vytápění do slepé matrice

SNADNÁ A PŘESNÁ TVORBA VÝKAZU VÝMĚR

Program nám po celou dobu tvorby projektu neustále aktualizuje výkaz výměr až do konečné podoby. Automatickou tvorbou výkazu výměr je vyloučena chyba lidského faktoru spočívající ve špatném odečtení rozměru aj. V neposlední řadě nám automatická tvorba výkazů ušetří čas, který bychom museli vynaložit na ruční tvorbu výkazu výměr.

Tab. 1: Ukázka automaticky vygenerovaného výkazu potrubí vytápění

| <VTP - VYTÁPĚNÍ MĚŘ - TRUBKY> | | | | |
|-------------------------------|----------------|-----------|----------|---------------|
| A | B | C | D | E |
| Vnější průměr | Vnitřní průměr | Délka | Materiál | Označení typu |
| 10 mm | 8 mm | 552.12 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 12 mm | 10 mm | 541.01 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 15 mm | 13 mm | 431.46 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 18 mm | 16 mm | 349.15 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 22 mm | 20 mm | 188.44 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 28 mm | 25 mm | 204.81 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 35 mm | 32 mm | 140.72 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 38 mm | 35 mm | 5.40 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 42 mm | 39 mm | 69.17 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| 64 mm | 60 mm | 2.72 m | Měď | VYTÁPĚNÍ MĚŘ |
| | | 2485.02 m | | |

SIMULACE

Pokud máme reálný a správně nastavení model budovy, můžeme ho nechat podrobit různým simulacím, kterých je celá řada. Výsledky z nich nám mohou pomoci například ve volbě varianty návrhu. Simulace nám predikují problémy, které by mohly nastat v době existence stavby a my jim tak můžeme předcházet. Složitější simulace neprovádějí samotné programy pro tvorbu modelů ale jiné programy, které daného BIM modelu využijí [17].

Příklady simulací používaných pro obor TZB – exteriérové

Oslunění/stínění – pokud provedeme tento druh simulace na modelu, který je umístěn do okolní zástavby, můžeme snadno a rychle zjistit, jestli bude budova zastíněna nebo ne, případně jak moc. Tato simulace nám značně pomůže například při rozhodování o návrhu solárního systému [17].



Obrázek 24: Zastínění solárního systému a změna návrhu [17]

Teplota – především pro letní měsíce, ve kterých může docházet k přehřívání částí měst. S přibývajícím zástavbou a úbytkem zeleně dochází k akumulaci tepla. Pomocí simulací a jejich výsledků lze provést vhodný návrh na eliminaci přehřívání [17].

Příklady simulací používaných pro obor TZB – interiérové

Prostup tepla konstrukcí – jedna z nejtypičtějších simulací, která je závislá na materiálových vlastnostech. Může tvořit komplexní simulaci celého BIM modelu [17].

Teplo v místnosti – simulace, která pracuje se šířením tepla vzduchem v místnosti. Na základě výsledků této simulace lze například správně rozmístit otopná tělesa nebo jiné zdroje tepla a přesvědčíme se o tom, že se teplo rovnoměrně dostane i na problémová místa v místnosti [17].

A.9.2 MOŽNÉ PROBLÉMY A ÚSKALÍ PŘI TVORBĚ TZB PROJEKTU V BIM

ZAKRESLOVÁNÍ DLE NOREM

Výstup z BIM nemusí být vždy dokonale v souladu s tím, jak vyžaduje zakreslení norma. Většinu prvků lze přenastavit tak, aby program vykresloval právě tak, jak potřebujeme, někdy to však může být obtížné a kontraproduktivní.

NEDOSTATEK KNIHOVEN PRVKŮ

V současné době u nás není příliš velký výběr knihoven prvků. To klade požadavek na projektanta, aby si rodiny, které zrovna potřebuje sám vytvářel, nebo upravoval ze stávajících rodin. Vznikají tak velmi nepřesné a chaotické rodiny prvků, které většinou nefungují korektně a zdržují projektanta.

HYDRAULICKÉ VYVÁŽENÍ SOUSTAVY

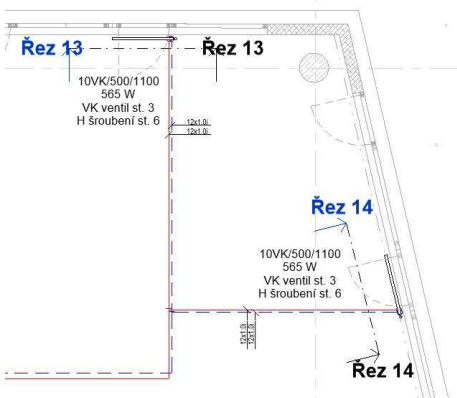
Program umožňuje výpočet tlakových ztrát a dimenzování potrubí, umí i hydraulické vyvážení, ovšem všechny funkce nejsou na jedničku což je případy hydraulického vyvážování. Pro řadu případů si lze nalézt „vlastní cestu“, k tomu, aby systém fungoval nebo je nutno k vyvážení využít jiného programu zaměřeného na tuto problematiku, který obvykle neumí využít vytvořený model [18].

TVORBA ROZVINUTÝCH ŘEZŮ

Tvorba obyčejných rozvinutých řezů vytápění může být v BIM komplikované z několika hledisek:

Pokud je potrubí vedeno v podlaze, obvykle leží vedle sebe ve stejné výškové úrovni. V rozvinutém řezu je třeba aby bylo potrubí kresleno pod sebou což program neumí zobrazit, protože vždy zobrazuje skutečnost, zobrazuje tedy překrývající se potrubí. [18]

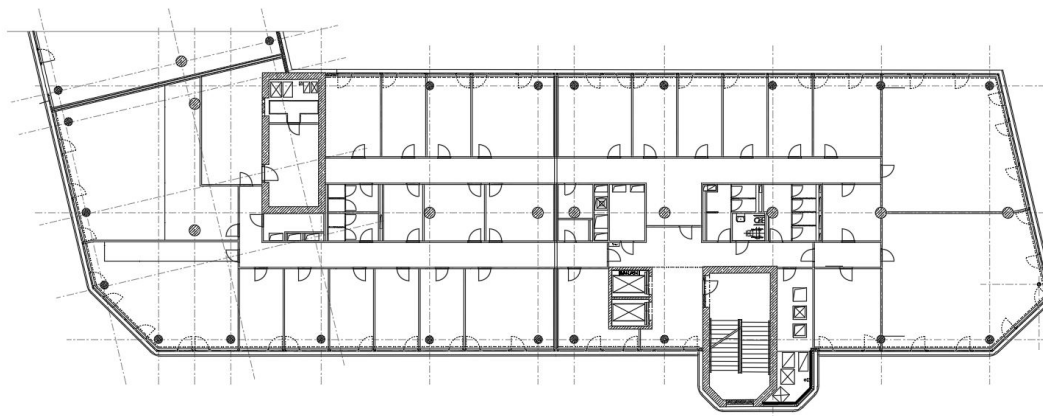
Při kreslení rozvinutých řezů chceme, aby byla otopná tělesa kreslena z čelní strany. Je tedy nutné, aby byl vytvořen zalomený řez, to program neumí vytvořit. Musíme si tedy pomoci vytvořením více řezů a následným naskládáním k sobě a manuálním (čárovým) doděláním hlavních rozvodů. Pověštinou se pro tvorbu rozvinutých řezů i přes vytvořený model používá 2D kreslení [18].



Obrázek 25: Nutné vytvoření více řezů, pro tvorbu rozvinutého řezu soustavy

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 ANALÝZA OBJEKTU – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ OBJEKTU



Obrázek 26: Vzorové podlaží objektu

B.1.1 ANALÝZA OBJEKTU

Projekt řeší návrh otopné soustavy a přípravy teplé vody v objektu administrativní budovy. Konstrukční systém je skeletový s plochou jednoplášťovou střechou. Budova se nachází ve městě Ostrava. Úroveň 1.NP = 0,000 = + 224,250 m n. m. Objekt má 4 nadzemní a 1 podzemní podlaží o celkové podlahové ploše 5045,53 m². Budova je využívána celoročně.

V podzemním podlaží se nachází technické zázemí budovy, sklady, dílna a podzemní garáže.

Vstupní hala je umístěná v 1. nadzemním podlaží s výškou přes dvě podlaží stejně jako část prezentačního sálu. V 1. nadzemním podlaží se dále nacházejí 4 velkoplošné kanceláře.

V 2., 3., a 4. nadzemí podlaží jsou téměř totožně rozmístěny administrativní prostory.

Z hlediska tepelně technického je obvodový plášť v podzemní části objektu zhotoven z betonových stěn. Obvodový plášť v nadzemní části budovy je zhotoven z vápenopískových bloků tl. 200 mm s tepelnou izolací tl. 240 mm. Okenní otvory jsou v budově zhotoveny převážně jako průběžné okenní pásy. Část obvodového pláště je zhotoven jako lehký obvodový pláš. Střešní konstrukce je zateplena tepelnou izolací EPS v tl. 500 mm.

Návrhové teploty jsou v administrativních prostorách a hygienických zázemí 20°C, ve skladech, na chodbách a schodišti 18°C. Ostatní místnosti převážně v podzemním podlaží jsou řešeny individuálně dle účelu místnosti. Venkovní výpočtová teplota je -15 °C

B.1.2 KONCEPCE VYTÁPĚNÍ

V objektu je navržena teplovodní soustava o teplotním spádu 75/65 °C s nucenou cirkulací otopné vody. Objekt je rozdělen do 4 zón s ohledem na velikost dimenzí potrubí a světové strany. Rozvody potrubí jsou zhotoveny z izolovaného měděného potrubí. Páteční rozvody jsou v podzemním podlaží napojeny na rozdělovač/sběrač a pod stropem rozvedeny k jednotlivým stoupacím potrubím a otopným tělesům. V nadzemních podlažích jsou rozvody umístěny v konstrukci podlahy. Distribuci tepla do místností zajišťují převážně desková otopná tělesa typu Ventil Kompakt doplněné o desková otopná tělesa typu Klasik, které jsou umístěné v podzemním podlaží. Ve vstupní hale a prezenčním sále jsou umístěné otopné lavice a v jedné kanceláři 2 konvektory.

B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

B.2.1 STANOVENÍ A POSOUZENÍ SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_i^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_i^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{se}} = \frac{1}{R_t} [W/(m^2 \times K)]$$

α_i – součinitel přestupu tepla na vnitřní straně [W/(m²×K)]

α_e – součinitel přestupu tepla na vnější straně [W/(m²×K)]

d_j – tloušťka vrstvy konstrukce [m]

λ_j – součinitel tepelné vodivosti vrstvy konstrukce [W/(m×K)]

R_{si} – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [(m²×K)/W]

R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně [(m²×K)/W]

R_t – celkový odpor konstrukce při prostupu tepla [(m²×K)/W]

Výpočet součinitelů prostupu tepla konstrukcí v objektu:

Tab. 2: Výpočet součinitelů prostupu tepla

| S1 | obvodová stěna suterén - beton 260 mm | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/m ² *K ⁻¹] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m ² *K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| železobeton | 0,26 | 1,58 | 0,16 |
| $\Sigma R =$ | | | 0,18 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,00 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,31 | (m ² *K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 3,23 | m ² *K/W | |

| S2 | vnitřní vápenopísek 200 mm | | |
|-------------------------------|----------------------------|---|--|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m*K ⁻¹)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m ² *K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| vápenopískové bolky | 0,2 | 0,38 | 0,53 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 0,56 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,82 | (m ² *K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 1,22 | W/(m ² *K) | |

| S3 | vnitřní vápenopísek 200 mm + eps 100 mm | | |
|-------------------------------|---|---|--|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m*K ⁻¹)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m ² *K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| vápenopískové bolky | 0,2 | 0,38 | 0,53 |
| polystyren | 0,1 | 0,04 | 2,50 |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| $\Sigma R =$ | | | 3,06 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 3,32 | (m ² *K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,30 | W/(m ² *K) | |

| S4 | žb 450 mm + izolace 110 mm | | |
|-------------------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| železobeton | 0,45 | 1,58 | 0,28 |
| polystyren | 0,11 | 0,04 | 2,75 |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| $\Sigma R =$ | | | 3,06 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 3,32 | $(m^2 \times K)/W$ | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,30 | $W/(m^2 \times K)$ | |

| S5 | mezi-domová stěna | | |
|-------------------------------|-------------------|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| vápenopískové bolky | 0,2 | 0,38 | 0,53 |
| vápenopískové bolky | 0,2 | 0,38 | 0,53 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 1,08 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 1,34 | $(m^2 \times K)/W$ | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,74 | $W/(m^2 \times K)$ | |

| S6 | vápenopísek 115 mm | | |
|-------------------------------|--------------------|--|-----------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_i = d_i/\lambda_i$ |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| vápenopískové bolky | 0,115 | 0,38 | 0,30 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 0,33 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,59 | $(m^2 \times K)/W$ | |
| $U = 1/R_T =$ | 1,69 | $W/(m^2 \times K)$ | |

| S7 | suterén vápenopísek + izolace + beton | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| vápenopískové bolky | 0,2 | 0,38 | 0,53 |
| polystyren | 0,2 | 0,04 | 5,00 |
| železobeton | 0,26 | 1,58 | 0,16 |
| $\Sigma R =$ | | | 5,70 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,00 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 5,83 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,17 | W/(m²×K) | |

| S8 | obvodová stěna vápenpísek 200 mm +240 mm eps | | |
|-------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| vápenopískové bolky | 0,2 | 0,38 | 0,53 |
| min.vata | 0,24 | 0,04 | 6,00 |
| silikonová omítka | 0,007 | 0,7 | 0,01 |
| $\Sigma R =$ | | | 6,55 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,00 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 6,68 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,15 | W/(m²×K) | |

| S9 | vápenopísek 175 mm | | |
|-------------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| vápenopískové bolky | 0,175 | 0,38 | 0,46 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 0,49 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,75 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 1,33 | W/(m²×K) | |

| S10 | stěna okolo výtahů (žb 200 mm + izolace 100 mm) | | |
|-------------------------------|---|---|---|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m ² ×K)/W] |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| polystyren | 0,1 | 0,04 | 2,50 |
| vápenopískové bolky | 0,2 | 0,38 | 0,53 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 3,06 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 3,32 | (m ² ×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,30 | W/(m ² ×K) | |

| S11 | vápenopísek 175 mm + izolace 100 mm | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m ² ×K)/W] |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| vápenopískové bolky | 0,175 | 0,38 | 0,46 |
| polystyren | 0,1 | 0,04 | 2,50 |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| $\Sigma R =$ | | | 2,99 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 3,25 | W*m ⁻² *K ⁻¹ | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,31 | W/(m ² ×K) | |

| S12 | železobeton 200 mm | | |
|-------------------------------|--------------------|---|---|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m ² ×K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| železobeton | 0,2 | 1,58 | 0,13 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 0,16 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,42 | (m ² ×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 2,40 | W/(m ² ×K) | |

| S13 | Železobeton 450 mm | | |
|-------------------------------|--------------------|---|----------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| železobeton | 0,45 | 1,58 | 0,28 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 0,32 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,58 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 1,74 | W/(m²×K) | |

| S14 | žb 450 mm + 240 mm eps | | |
|-------------------------------|------------------------|---|----------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| železobeton | 0,45 | 1,58 | 0,28 |
| min.vata | 0,24 | 0,04 | 6,00 |
| silikonová omítka | 0,007 | 0,7 | 0,01 |
| $\Sigma R =$ | | | 6,31 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,04 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 6,48 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,15 | m²×K/W | |

| S15 | sádrokartonová příčka 100 mm | | |
|-------------------------------|------------------------------|---|----------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| sádrokartonová deska | 0,022 | 0,15 | 0,15 |
| vzduch. mezera 56 mm | 0,056 | 0,329 | 0,17 |
| sádrokartonová deska | 0,022 | 0,15 | 0,15 |
| $\Sigma R =$ | | | 0,46 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,13 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,72 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 1,38 | W/(m²×K) | |

| S16 | stěna v místnosti tzb vedle schodiště | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| ocelová konstrukce | - | - | 0,00 |
| min.vata | 0,24 | 0,04 | 6,00 |
| silikonová omítka | 0,007 | 0,7 | 0,01 |
| $\sum R =$ | | | 6,01 |
| $R_{si} =$ | 0,13 | $R_{se} =$ | 0,04 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 6,18 | $(m^2 \times K)/W$ | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,16 | $W/(m^2 \times K)$ | |

| A1 | podlaha suterén | | |
|-------------------------------|-------------------|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| prostý beton | 0,16 | 1,3 | 0,12 |
| asf.pás | 0,004 | 0,21 | 0,02 |
| prostý beton | 0,1 | 1,3 | 0,08 |
| šterkodrt' | 0,25 | 0,93 | 0,27 |
| $\sum R =$ | | | 0,49 |
| $R_{si} =$ | 0,17 | $R_{se} =$ | 0,00 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 0,66 | $(m^2 \times K)/W$ | |
| $U = 1/R_T =$ | 1,52 | $W/(m^2 \times K)$ | |

| A2 | podlaha suterén + izolace 100 mm | | |
|-------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| prostý beton | 0,16 | 1,3 | 0,12 |
| asf.pás | 0,004 | 0,21 | 0,02 |
| prostý beton | 0,1 | 1,3 | 0,08 |
| polystyren | 0,1 | 0,04 | 2,50 |
| prostý beton | 0,025 | 1,3 | 0,02 |
| šterkodrt' | 0,1 | 0,93 | 0,11 |
| $\sum R =$ | | | 2,85 |
| $R_{si} =$ | 0,17 | $R_{se} =$ | 0,00 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 3,02 | $(m^2 \times K)/W$ | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,33 | $W/(m^2 \times K)$ | |

| strs | strop nad suterénem | | |
|-------------------------------|---------------------|---|----------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| bet. mazanina | 0,06 | 1,3 | 0,05 |
| kročejová izolace | 0,02 | 0,04 | 0,50 |
| železobeton | 0,08 | 1,58 | 0,05 |
| polystyren | 0,16 | 0,04 | 4,00 |
| tenkovrstvá omítka | 0,007 | 0,51 | 0,01 |
| $\Sigma R =$ | | | 4,61 |
| $R_{si} =$ | 0,17 | $R_{se} =$ | 0,17 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 4,95 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,20 | W/(m²×K) | |

| str | strop | | |
|-------------------------------|----------------|---|----------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| bet. mazanina | 0,06 | 1,3 | 0,05 |
| izolace | 0,14 | 0,04 | 3,50 |
| železobeton | 0,08 | 1,58 | 0,05 |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 3,61 |
| $R_{si} =$ | 0,17 | $R_{se} =$ | 0,17 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 3,95 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,25 | W/(m²×K) | |

| stř | střecha | | |
|-------------------------------|----------------|---|----------------------------------|
| vrstva | d-tloušťka [m] | λ -součinitel tepelné vodivosti [W/(m×K)] | $R_j = d_j/\lambda_j$ [(m²×K)/W] |
| štuková omítka | 0,015 | 0,99 | 0,02 |
| železobeton | 0,22 | 1,58 | 0,14 |
| vylehčený beton | 0,05 | 0,4 | 0,13 |
| polystyren | 0,5 | 0,04 | 12,50 |
| prostý beton | 0,1 | 1,3 | 0,08 |
| povlaková krytina | 0,008 | 0,21 | 0,04 |
| $\Sigma R =$ | | | 12,89 |
| $R_{si} =$ | 0,10 | $R_{se} =$ | 0,04 |
| $R_T = R_{si} + R + R_{se} =$ | 13,03 | (m²×K)/W | |
| $U = 1/R_T =$ | 0,08 | W/(m²×K) | |

B.2.2 SOUHRN SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA

Tab. 3: Souhrn součinitelů prostupu tepla

| Číslo konstrukce | $U_{N,20}$ W/(m ² ×K) | U_K W/(m ² ×K) | Název | ΔU W/(m ² ×K) |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------------|
| S1 | 0,45* | 3,229 | obvodová stěna suterén - beton 260 mm | 0,05 |
| S1 do 1m | 0,45* | 1,860 | obvodová stěna suterén - beton 260 mm | 0,05 |
| S1 od 1 do 2 m | 0,45* | 1,410 | obvodová stěna suterén - beton 260 mm | 0,05 |
| S1 od 2 do 3 m | 0,45* | 1,130 | obvodová stěna suterén - beton 260 mm | 0,05 |
| S1 nad 3 m | 0,45* | 0,960 | obvodová stěna suterén - beton 260 mm | 0,05 |
| S2 | 1,3 | 1,225 | vnitřní vápenopísek 200 mm | 0 |
| S3 | 1,3 | 0,302 | vnitřní vápenopísek 200 mm + eps 100 mm | 0 |
| S4 | 0,6 | 0,301 | žb 450 mm + izolace 110 mm | 0 |
| S5 | 1,05 | 0,745 | mezi-domová stěna | 0 |
| S6 | 2,7 | 1,687 | vápenopísek 115 mm | 0 |
| S7 | 0,45 | 0,171 | suterén vápenopísek + izolace + beton | 0,05 |
| S7 do1 | 0,45 | 0,149 | suterén vápenopísek + izolace + beton | 0,05 |
| S7 12 | 0,45 | 0,133 | suterén vápenopísek + izolace + beton | 0,05 |
| S7 23 | 0,45 | 0,119 | suterén vápenopísek + izolace + beton | 0,05 |
| S7 nad3 | 0,45 | 0,109 | suterén vápenopísek + izolace + beton | 0,05 |
| S8 | 0,3 | 0,150 | obv. stěna vápenopísek 200 mm +240 mm eps | 0,05 |
| S9 | 2,7 | 1,332 | vápenopísek 175 mm | 0 |
| S10 | 0,6 | 0,302 | stěna okolo výtahů (žb 200 mm + izol. 100 mm) | 0 |
| S11 | 2,7 | 0,308 | vápenopísek 175 mm +izolace 100 mm | 0 |
| S12 | 2,2 | 2,399 | železobeton 200 mm | 0 |
| S13 | 0,45* | 1,739 | železobeton 450 mm | 0 |
| S13 do 1 m | 0,45* | 1,280 | železobeton 450 mm | 0 |
| S13 od 1 do 2 m | 0,45* | 1,020 | železobeton 450 mm | 0 |
| S13 od 2 do 3 m | 0,45* | 0,850 | železobeton 450 mm | 0 |
| S13 nad 3 m | 0,45* | 0,740 | železobeton 450 mm | 0 |
| S14 | 0,3 | 0,154 | žb 450 mm + 240 mm eps | 0,05 |
| S15 | 22 | 1,382 | sádkartonová příčka 100 mm | 0 |
| s16 | 0,3 | 0,162 | stěna v místnosti tzb vedle schodiště | 0,05 |
| s17 | 1,18 | 0,950 | sloupkopříčková fasáda | 0,05 |
| A1 | 0,45* | 1,520 | podlaha suterén | 0,05 |
| A1 ekv | 0,45 | 0,259 | podlaha suterén | 0,05 |
| A2 | 0,45 | 0,332 | podlaha suterén + izolace 100 mm | 0,05 |
| A2 ekv | 0,45 | 0,152 | podlaha suterén + izolace 100 mm | 0,05 |
| strs | 0,6 | 0,202 | strop nad suterénem | 0 |
| str | 1,3 | 0,253 | strop | 0 |
| okn | 1,7 | 0,960 | okno | 0 |
| dv lnp | 1,7 | 1,200 | dveře ven | 0 |
| stř | 0,24 | 0,077 | střecha | 0,05 |
| dv | 3,5 | 1,750 | vnitřní dveře | 0 |
| vrat | 1,7 | 1,000 | vrata garáž | 0 |

*výpočet proveden dle skutečného provedení stavby – doporučuje se dodatečné zateplení

B.2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTILVÝCH MÍSTNOSTÍ.

Tab. 4: Výpočet tepelné ztráty - místnost 203.14 kancelář

| | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------------|--|---|--|-----------------|---|--|
| Místnost: | 203.14-kancelář | Výp. t. místnosti | 20 °C | | | | | |
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | e _k | A _k ·U _{kc} ·e _k | |
| s8 | obv. váp 200+eps 240 | 7,516 | 0,1497 | 0,05 | 0,1997 | 1,00 | 1,50 | |
| okn | okno | 3,960 | 0,96 | 0 | 0,96 | 1,00 | 3,80 | |
| Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = | | | | | | | 5,30 | |
| Tepelné ztráty nevytápěným prostorem | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | b _u | A _k ·U _{kc} ·b _u | |
| Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H _{T,iue} = | | | | | | | 0,00 | |
| Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | f _{ij} | A _k ·U _{kc} ·f _{ij} | | | |
| s15 | sdk 100 | | 9,900 | 1,382082 | 0,06 | 0,78 | | |
| 1t | dveře 1T | | 1,576 | 1,75 | 0,06 | 0,16 | | |
| Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} = | | | | | | | 0,94 | |
| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _{equiv,k} | A _k ·U _{equiv,k} | f _{g1} | f _{g2} | G _w | f _{g1} ·f _{g2} ·G _w |
| (Σk A _k ·U _{equiv,k}) | | | | 0,00 | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT,ig=(Σk Ak·Uequiv,k). fg1. fg2.Gw (W/K) | | | | | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig} | | | | | | | 6,24 | |
| θ _{int,i} | θ _e | θ _{int,i} - θ _e | H _{T,i} | Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W) | | | | |
| 20 | -15 | 35 | 6,24 | 218,47 | | | | |
| Tepelná ztráta větráním – 0 - větrání řešeno vzduchotechnikou | | | | | | | | |
| Objem místnosti Vi (m³) | Výpočtová v. teplota θe | Výpočtová v. teplota θint,i | Hygienické požadavky | | | | | |
| | | | n (h ⁻¹) | V _{min,i} (m³/h) | | | | |
| 60,1886 | -15 | 20 | 0,5 | 30,09 | | | | |
| Počet nechráněných otvorů | Výškový korekční činitel ε | Činitel zaclonění e | n ₅₀ | Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} (m³/h) | | | | |
| 1 | 1 | 0,02 | 1 | 2,41 | | | | |
| Výpočet tepelné ztráty větráním | | | | | | | | |
| max. z V _{min,i} , V _{inf,i} | H _{v,i} | θ _{int,i} - θ _e | Ná. te. ztráta větráním Φ _{V,i} (W) | | | | | |
| 30,0943 | 10,23 | 35 | 0,00 | | | | | |
| Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost 203.14-kancelář | | | 218,47 W | | | | | |
| Φ _{HL,i} = Φ _{T,i} + Φ _{V,i} + Φ _{RH} = | | | | | | | | |

Tab. 5: Výpočet tepelné ztráty - místnost 103.01 kancelář

| | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------------------------|----------------------|--|--|-----------------|---|--|
| Místnost: | 103.01 kancelář | Výp. t. místnosti | 20 °C | | | | | |
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | e _k | A _k ·U _{kc} ·e _k | |
| s8 | obv. váp 200+eps 240 | 83,685 | 0,1497 | 0,05 | 0,1997 | 1,00 | 16,71 | |
| okn | okno | 91,881 | 0,96 | 0 | 0,96 | 1,00 | 88,21 | |
| dv1np | dveře ven | 5,319 | 1,2 | 0 | 1,2 | 1,00 | 6,38 | |
| Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = | | | | | | | 111,30 | |
| Tepelné ztráty nevytápěným prostorem | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | b _u | A _k ·U _{kc} ·b _u | |
| Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H _{T,iue} = | | | | | | | 0,00 | |
| Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | f _{ij} | A _k ·U _{kc} ·f _{ij} | | | |
| s15 | sdk 100 | | 30,929 | 1,382082 | 0,06 | 2,44 | | |
| 12p | dveře 12p | | 1,576 | 1,75 | 0,06 | 0,16 | | |
| s15 | sdk 100 | | 9,456 | 1,382082 | 0,14 | 1,87 | | |
| strs | strop nad suterenem | | 203,000 | 0,201999 | 0,14 | 5,86 | | |
| strs | strop nad suterenem | | 55,660 | 0,201999 | 0,43 | 4,82 | | |
| str | strop | | 18,600 | 0,25304 | 0,06 | 0,27 | | |
| Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} = | | | | | | | 15,41 | |
| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _{equiv,k} | A _k ·U _{equiv,k} | f _{g1} | f _{g2} | G _w | f _{g1} ·f _{g2} ·G _w |
| (Σk A _k ·U _{equiv,k}) | | | | 0,00 | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT,ig=(Σk Ak·Uequiv,k)· fg1· fg2·Gw (W/K) | | | | | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig} | | | | | | | 126,71 | |
| θ _{int,i} | θ _e | θ _{int,i} - θ _e | H _{T,i} | Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W) | | | | |
| 20 | -15 | 35 | 126,71 | 4434,96 | | | | |

Tepelná ztráta větráním – 0 - větrání řešeno vzduchotechnikou

| | | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Objem místnosti V _i (m ³) | Výpočtová v. teplota θ _e | Výpočtová v. teplota θ _{int,i} | Hygienické požadavky | |
| | | | n (h ⁻¹) | V _{min,i} (m ³ /h) |
| 1019,1 | -15 | 20 | 0,5 | 509,55 |
| Počet nechráněných otvorů | Výškový korekční činitel ε | Činitel zaclonění e | n ₅₀ | Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} (m ³ /h) |
| 6 | 1 | 0,03 | 1 | 61,15 |
| Výpočet tepelné ztráty větráním | | | | |
| max. z V _{min,i} , V _{inf,i} | | H _{v,i} | θ _{int,i} - θ _e | Ná. te. ztráta větráním Φ _{v,i} (W) |
| 509,55 | | 173,25 | 35 | 0,00 |
| Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost 103.01 kancelář | | | | 4434,96 W |
| Φ _{HL,i} = Φ _{T,i} + Φ _{v,i} + Φ _{RH} = | | | | |

Tab. 6: Výpočet tepelné ztráty - místnost 403.02 kancelář

| | | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------------------------------|--|---|--|-----------------|---|--|
| Místnost: | 403.02-kancelář | Výp. t. místnosti | 20 °C | | | | | |
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | e _k | A _k ·U _{kc} ·e _k | |
| s8 | obv. váp 200+eps 240 | 8,042 | 0,1497 | 0,05 | 0,1997 | 1,00 | 1,61 | |
| okn | okno | 9,686 | 0,96 | 0 | 0,96 | 1,00 | 9,30 | |
| stř | střecha | 30,580 | 0,07672 | 0,05 | 0,12672 | 1,00 | 3,88 | |
| Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = | | | | | | | 14,78 | |
| Tepelné ztráty nevytápěným prostorem | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | b _u | A _k ·U _{kc} ·b _u | |
| Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H _{T,iue} = | | | | | | | 0,00 | |
| Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | f _{ij} | A _k ·U _{kc} ·f _{ij} | | | |
| s15 | sdk 100 | 16,151 | 1,382082 | 0,06 | 1,28 | | | |
| 1t | dveře 1T | 1,576 | 1,75 | 0,06 | 0,16 | | | |
| Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} = | | | | | | | 1,43 | |
| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _{equiv,k} | A _k ·U _{equiv,k} | f _{g1} | f _{g2} | G _w | f _{g1} ·f _{g2} ·G _w |
| (Σk A _k ·U _{equiv,k}) | | | | 0,00 | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT,ig= (Σk Ak·Uequiv,k)· fg1· fg2·Gw (W/K) | | | | | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue + HT,ij + HT,ig | | | | | | | 16,21 | |
| θ _{int,i} | θ _e | θ _{int,i} -θ _e | H _{T,i} | Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W) | | | | |
| 20 | -15 | 35 | 16,21 | 567,43 | | | | |
| Tepelná ztráta větráním – 0 - větrání řešeno vzduchotechnikou | | | | | | | | |
| Objem místnosti Vi (m³) | Výpočtová v. teplota θe | Výpočtová v. teplota θint,i | Hygienické požadavky | | | | | |
| | | | n (h ⁻¹) | V _{min,i} (m³/h) | | | | |
| 92,3516 | -15 | 20 | 0,5 | 46,18 | | | | |
| Počet nechráněných otvorů | Výškový korekční činitel ε | Činitel zaclonění e | n ₅₀ | Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} (m³/h) | | | | |
| 2 | 1 | 0,03 | 1 | 5,54 | | | | |
| Výpočet tepelné ztráty větráním | | | | | | | | |
| max. z V _{min,i} , V _{inf,i} | H _{v,i} | θ _{int,i} - θ _e | Ná. te. ztráta větráním Φ _{v,i} (W) | | | | | |
| 46,1758 | 15,70 | 35 | 0,00 | | | | | |
| Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost 403.02-kancelář | | | 567,43 W | | | | | |
| Φ _{HL,i} = Φ _{T,i} + Φ _{v,i} + Φ _{RH} = | | | | | | | | |

Tab. 7: Výpočet tepelné ztráty - místnost 101.10 vstupní hala

| | | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-----------------|---|--|
| Místnost: | 101.10-vstupní hala | Výp. t. místnosti | 18 °C | | | | | |
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | e _k | A _k ·U _{kc} ·e _k | |
| s17 | sloupkopříčková fasáda | 134,805 | 0,95 | 0,05 | 1 | 1,00 | 134,81 | |
| dv1np | dveře ven | 3,780 | 1,2 | 0 | 1,2 | 1,00 | 4,54 | |
| Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = | | | | | | | 139,34 | |
| Tepelné ztráty nevytápěným prostorem | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | ΔU | U _{kc} | b _u | A _k ·U _{kc} ·b _u | |
| Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H _{T,iue} = | | | | | | | 0,00 | |
| Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _k | f _{ij} | A _k ·U _{kc} ·f _{ij} | | | |
| str | strop | 135,620 | 0,25304 | -0,06 | -2,08 | | | |
| strs | strop nad suterenem | 110,000 | 0,201999 | 0,39 | 8,75 | | | |
| strs | strop nad suterenem | 15,000 | 0,201999 | -0,06 | -0,18 | | | |
| strs | strop nad suterenem | 10,620 | 0,201999 | 0,09 | 0,20 | | | |
| s15 | sdk 100 | 77,657 | 1,382082 | -0,06 | -6,50 | | | |
| 9p | dveře 9p | 1,576 | 1,75 | -0,06 | -0,17 | | | |
| 7p | dveře 7p | 1,576 | 1,75 | -0,06 | -0,17 | | | |
| s15 | sdk 100 | 12,805 | 1,382082 | 0,09 | 1,61 | | | |
| s15 | sdk 100 | 51,136 | 1,382082 | -0,06 | -4,28 | | | |
| 13p | dveře 13p | 3,152 | 1,75 | -0,06 | -0,33 | | | |
| s15 | sdk 100 | 18,900 | 1,382082 | -0,06 | -1,58 | | | |
| Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,jj} = | | | | | | | -4,75 | |
| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A _k | U _{equiv,k} | A _k ·U _{equiv,k} | f _{g1} | f _{g2} | G _w | f _{g1} ·f _{g2} ·G _w |
| (Σk A _k ·U _{equiv,k}) | | | | 0,00 | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT,ig= (Σk Ak.Uequiv,k). fg1. fg2.Gw (W/K) | | | | | | | | 0,00 |
| Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,jj+ HT,ig | | | | | | | 134,60 | |
| θ _{int,i} | θ _e | θ _{int,i} - θ _e | H _{T,i} | Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W) | | | | |
| 18 | -15 | 33 | 134,60 | 4441,64 | | | | |
| Tepelná ztráta větráním – 0 - větrání řešeno vzduchotechnikou | | | | | | | | |
| Objem místnosti Vi (m³) | Výpočtová v. teplota θe | Výpočtová v. teplota θint,i | Hygienické požadavky | | | | | |
| | | | n (h ⁻¹) | V _{min,i} (m³/h) | | | | |
| 864,5228 | -15 | 20 | 0,5 | 432,26 | | | | |
| Počet nechráněných otvorů | Výškový korekční činitel ε | Činitel zaclonění e | n ₅₀ | Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} (m³/h) | | | | |
| 1 | 1 | 0,02 | 1 | 34,58 | | | | |
| Výpočet tepelné ztráty větráním | | | | | | | | |
| max. z V _{min,i} , V _{inf,i} | | H _{v,i} | θ _{int,i} - θ _e | Ná. te. ztráta větráním Φ _{v,i} (W) | | | | |
| 432,2614 | | 146,97 | 33 | 0,00 | | | | |
| Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost 101.10-vstupní hala | | | | 4441,64 W | | | | |
| Φ _{HL,i} = Φ _{T,i} + Φ _{v,i} + Φ _{RH} = | | | | | | | | |

Výpočet všech místností je uveden v příloze [P1]

B.2.4 SOUHRN TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

- 1.PP

Tab. 8: Souhrn tepelných ztrát jednotlivých místností

| číslo místnosti | účel místnosti | t_i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|
| A001.01 | zádveří | 15 | 311,9 |
| A001.02 | chodba | 15 | 291,7 |
| A001.03 | chodba | 15 | 20,3 |
| A001.04 | kancelář-sklady | 15 | 277,8 |
| A001.05 | odpadky | 15 | 163,9 |
| A001.06 | úklid | 15 | 7,2 |
| A001.07 | sklad | 15,0 | 206,3 |
| A001.08 | sklepní koje | | |
| A001.09 | sklepní koje | | |
| A001.10 | sklepní koje | | |
| A001.11 | předsíň | 15 | 67,3 |
| A001.12 | sklad | 15 | 189,0 |
| A001.13 | sklad | 15 | 169,0 |
| A001.14 | sklad | 15 | 330,6 |
| A001.15 | hromadná garáž | 5 | -933,1 |
| A001.16 | údržba, dílna | 15 | 804,6 |
| A001.17 | údržba zázemí | 20 | 164,7 |
| A001.18 | wc + umývárna | 24,0 | 390,0 |
| A001.19 | tzb | 15 | -156,0 |
| A001.20 | chodba | 15 | -22,0 |
| A001.21 | tzb | 15 | 134,1 |
| A001.22 | garáž | 5 | -204,3 |
| A001.23 | garáž | 5 | -23,7 |
| A001.24 | chodba | 15 | 539,8 |
| A001.25 | sklad | 5 | -48,7 |
| A001.26 | strojovna vzt | 15 | 1104,8 |
| A001.27 | slaboproud | 15 | 239,9 |
| A001.28 | rezerva shz | 15 | 258,8 |
| A001.29 | sklad | 5 | -53,3 |
| A001.30 | trafo | 5 | -19,7 |
| A001.31 | vn část | 5 | 19,3 |
| A001.32 | rozvoda | 15 | 219,6 |
| A001.33 | strojovna | 15 | 2516,9 |
| A001.34 | záložní zdroj | 15 | 296,8 |
| A001.35 | ukl.komora | 15 | -76,7 |
| A001.36 | kolovna | 15 | 1704,7 |
| A001.37 | předsíňka | 15 | -90,9 |
| A001.38 | wc ženy | 20 | 19,3 |

| číslo místnosti | účel místnosti | t _i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|--------------------|----------------|---------------------|---------------------------------|
| A001.39 | šatna ženy | 20 | 253,4 |
| A001.40 | sprcha | 24 | 186,0 |
| A001.41 | předsíň | 15 | -90,6 |
| A001.42 | wc muži | 20 | 19,6 |
| A001.43 | šatna muži | 20 | 312,7 |
| A001.44 | sprcha | 24 | 126,1 |
| A001.45 | posil.stanice | 15 | 18,5 |
| A001.S1 | schodiště A1 | 18 | 635,2 |
| A001.V1 | výtah A1 | - | - |
| A001.V2 | výtah A2 | - | - |

- 1.NP

| číslo místnosti | účel místnosti | t _i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|--------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------|
| A101.01 | výtahové lobby | 18 | 335,2 |
| A101.02 | tzb | 15 | -349,9 |
| A101.03 | sklad | 18 | -109,1 |
| A101.04 | sklad | 18 | -107,9 |
| A101.05 | wc veřejnost m | 20 | 68,1 |
| A101.06 | wc veřejnost ž | 20 | 54,5 |
| A101.07 | wc zam. Ž | 20 | 84,2 |
| A101.08 | wc zam. M | 20 | 165,7 |
| A101.09 | úklid | 20 | 15,1 |
| A101.10 | vstupní hala | 18 | 4441,6 |
| A101.11 | tzb | 15 | -300,4 |
| A101.12 | sklad | 18 | -17,0 |
| A101.13 | tzb | 15 | -226,7 |
| A101.15 | elektro | 18 | -59,9 |
| A101.16 | prezentační sál | 20 | 7598,7 |
| A101.S1 | schodiště A1 | 18 | 361,8 |
| A101.V1 | výtah A1 | - | - |
| A101.V2 | výtah A2 | - | - |
| A103.01 | kancelář | 20 | 4435,0 |
| A103.02 | kancelář | 20 | 1486,9 |
| A103.03 | kancelář | 20 | 2086,5 |
| A103.04 | kancelář | 20 | 907,0 |

- 2.NP

| číslo místnosti | účel místnosti | t _i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|-----------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| A201.01 | výtahové lobby | 18 | 249,5 |
| A201.02 | wc ženy | 20 | 62,6 |
| A201.03 | wc imobilní | 20 | 19,3 |
| A201.04 | wc muži | 20 | 88,3 |
| A201.05 | elektro | 18 | 42,4 |
| A201.06 | sklad | 18 | -12,5 |
| A201.07 | úklid | 20 | 68,6 |
| A201.08 | tzb | 15 | -171,0 |
| A201.09 | chodba | 18 | -94,4 |
| A201.10 | chodba | 18 | -614,3 |
| A201.11 | chodba | 18 | -135,0 |
| A201.12 | tzb | 15 | -193,2 |
| A201.13 | sklad | 18 | 8,5 |
| A201.14 | tzb | 15 | -144,7 |
| A201.15 | tzb | 18 | 34,1 |
| A201.17 | kuchyňka | 20 | 66,6 |
| A201.18 | kuchyňka | 20 | 45,7 |
| A201.19 | wc muži | 20 | 70,2 |
| A201.20 | wc ženy | 20 | 51,4 |
| A201.S1 | schodiště A1 | 18 | 361,8 |
| A201.V1 | výtah A1 | - | - |
| A201.V2 | výtah A2 | - | - |
| A203.01 | kancelář | 20 | 557,1 |
| A203.02 | jednací místn. | 20 | 165,3 |
| A203.04 | jednací místn. | 20 | 69,1 |
| A203.05 | jednací místn. | 20 | 96,9 |
| A203.06 | kancelář | 20 | 319,1 |
| A203.07 | kancelář | 20 | 199,3 |
| A203.08 | kancelář | 20 | 214,1 |
| A203.09 | kancelář | 20 | 236,1 |
| A203.10 | kancelář | 20 | 232,0 |
| A203.11 | kancelář | 20 | 152,4 |
| A203.12 | kancelář | 20 | 200,8 |
| A203.13 | kancelář | 20 | 200,8 |
| A203.14 | kancelář | 20 | 218,5 |
| A203.15 | kancelář | 20 | 211,1 |
| A203.17 | kancelář | 20 | 917,1 |
| A203.18 | kancelář | 20 | 968,8 |
| A203.20 | jednací místn. | 20 | 350,3 |

- 3.NP

| číslo místnosti | účel místnosti | t_i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|-----------------|----------------|------------|------------------------------|
| A301.01 | výtahové lobby | 18 | 249,5 |
| A301.02 | wc ženy | 20 | 55,7 |
| A301.03 | wc imobilní | 20 | 19,3 |
| A301.04 | wc muži | 20 | 83,4 |
| A301.05 | elektro | 18 | 46,7 |
| A301.06 | sklad | 18 | -10,3 |
| A301.07 | úklid | 20 | 68,6 |
| A301.08 | tzb | 15 | -171,0 |
| A301.09 | chodba | 18 | -90,7 |
| A301.10 | chodba | 18 | -578,4 |
| A301.11 | chodba | 18 | -362,6 |
| A301.12 | tzb | 15 | -193,2 |
| A301.13 | sklad | 18 | 13,1 |
| A301.14 | tzb | 15 | -187,8 |
| A301.15 | sklad | 20 | 164,8 |
| A301.17 | kuchyňka | 20 | 66,6 |
| A301.18 | kuchyňka | 20 | 45,7 |
| A301.19 | wc muži | 20 | 70,2 |
| A301.20 | wc ženy | 20 | 51,4 |
| A301.S1 | schodiště A1 | 18 | 361,8 |
| A301.V1 | výtah A1 | - | - |
| A301.V2 | výtah A2 | - | - |
| A303.01 | kancelář | 20 | 625,2 |
| A303.02 | kancelář | 20 | 447,3 |
| A303.03 | kancelář | 20,0 | 221,50 |
| A303.04 | kancelář | 20 | 221,6 |
| A303.05 | kancelář | 20 | 221,6 |
| A303.06 | kancelář | 20 | 221,6 |
| A303.07 | kancelář | 20 | 213,9 |
| A303.08 | kancelář | 20 | 931,0 |
| A303.09 | kancelář | 20 | 607,7 |
| A303.11 | jednací místn. | 20 | 69,1 |
| A303.12 | jednací místn. | 20 | 77,4 |
| A303.13 | kancelář | 20 | 348,8 |
| A303.14 | kancelář | 20 | 213,9 |
| A303.15 | kancelář | 20 | 213,9 |
| A303.16 | kancelář | 20 | 397,3 |
| A303.17 | kancelář | 20 | 357,7 |
| A303.18 | kancelář | 20 | 213,9 |
| A303.19 | kancelář | 20 | 213,9 |
| A303.20 | kancelář | 20 | 213,9 |
| A303.21 | kancelář | 20 | 213,9 |

| číslo místnosti | účel místnosti | t _i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|-----------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| A303.22 | kancelář | 20 | 328,0 |
| A303.24 | kancelář | 20 | 1089,6 |
| A303.25 | kancelář | 20 | 1195,6 |
| A303.27 | kancelář | 20 | 420,6 |

- 4.NP

| číslo místnosti | účel místnosti | t _i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|-----------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| A401.01 | výtahové lobby | 18 | 438,1 |
| A401.02 | wc ženy | 20 | 108,7 |
| A401.03 | wc imobilní | 20 | 36,6 |
| A401.04 | wc muži | 20 | 121,7 |
| A401.05 | elektro | 18 | 82,5 |
| A401.06 | sklad | 18 | 9,4 |
| A401.07 | úklid | 20 | 81,2 |
| A401.08 | tzb | 15 | -121,5 |
| A401.09 | chodba | 18 | -60,4 |
| A401.10 | chodba | 18 | -281,4 |
| A401.11 | chodba | 18 | -165,7 |
| A401.12 | tzb | 15 | -166,5 |
| A401.13 | sklad | 18 | 88,9 |
| A401.14 | tzb | 15 | -152,7 |
| A401.15 | sklad | 20 | 305,7 |
| A401.17 | kuchyňka | 20 | 129,8 |
| A401.18 | kuchyňka | 20 | 88,5 |
| A401.19 | wc muži | 20 | 98,5 |
| A401.20 | wc ženy | 20 | 79,7 |
| A401.S1 | schodiště A1 | 18 | 500,6 |
| A401.V1 | výtah A1 | - | - |
| A401.V2 | výtah A2 | - | - |
| A403.01 | kancelář | 20 | 717,6 |
| A403.02 | kancelář | 20 | 567,4 |
| A403.03 | kancelář | 20 | 280,4 |
| A403.04 | kancelář | 20 | 281,4 |
| A403.05 | kancelář | 20 | 281,4 |
| A403.06 | kancelář | 20 | 280,4 |
| A403.07 | kancelář | 20 | 281,4 |
| A403.08 | kancelář | 20 | 1196,9 |
| A403.09 | kancelář | 20 | 1017,6 |
| A403.11 | jednací místn. | 20 | 133,5 |
| A403.12 | jednací místn. | 20 | 150,1 |
| A403.13 | kancelář | 20 | 435,2 |

| číslo místnosti | účel místnosti | t_i [°C] | tepelná ztráta místnosti [W] |
|--------------------|----------------|------------|---------------------------------|
| A403.14 | kancelář | 20 | 282,5 |
| A403.15 | kancelář | 20 | 281,4 |
| A403.16 | kancelář | 20 | 524,0 |
| A403.17 | kancelář | 20 | 471,3 |
| A403.18 | kancelář | 20 | 281,2 |
| A403.19 | kancelář | 20 | 282,3 |
| A403.20 | kancelář | 20 | 282,3 |
| A403.21 | kancelář | 20 | 281,2 |
| A403.22 | kancelář | 20 | 432,7 |
| A403.24 | kancelář | 20 | 1429,5 |
| A403.25 | kancelář | 20 | 1586,8 |
| A403.27 | kancelář | 20 | 522,8 |

- celková tepelná ztráta 1.PP = 10 208 W
- celková tepelná ztráta 1.NP = 20 870 W
- celková tepelná ztráta 2.NP = 5 112 W
- celková tepelná ztráta 3.NP = 8 982 W
- celková tepelná ztráta 4.NP = 13 503 W
- celková tepelná ztráta objektu = 58 748 W

B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikační údaje

| | |
|---|------------------------|
| Druh stavby | Administrativní budova |
| Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) | Ostrava |
| Katastrální území a katastrální číslo | - |
| Provozovatel, popř. budoucí provozovatel | - |
| Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník | - |
| Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) | - |
| Telefon / E-mail | - |

Charakteristika budovy

| | |
|---|---------------------------------------|
| Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy | 24 460 m ³ |
| Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy | 5427 m ² |
| Geometrická charakteristika budovy A / V | 0,2219 m ² /m ³ |
| Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in} | 20 °C |
| Vnější návrhová teplota v zimním období θ_{e} | -15,0 °C |

| | Referenční budova (stanovení požadavku) | | | | Hodnocená budova | | | |
|--|---|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Konstrukce | Plocha | Součinitel prostupu tepla | Redukční činitel | Měrná ztráta prostupem tepla | Plocha | Součinitel prostupu tepla | Redukční činitel | Měrná ztráta prostupem tepla |
| | A | U | b | H _T | A | U | b | H _T |
| | | (požadovaná hodnota podle 5.2) | | | | | | |
| | [m²] | [W/(m².K)] | [-] | | [m²] | [W/(m².K)] | [-] | |
| Suterénní stěna (váp.+240 eps) | 183,7 | 0,3 | 1,00 | 55,11 | 183,7 | 0,150 | 1,00 | 27,555 |
| Zadní strana (váp.+240 eps) | 488,0 | 0,3 | 1,00 | 146,4 | 488,0 | 0,150 | 1,00 | 73,2 |
| Pravé dvě stěny (váp.+240 eps) | 243,2 | 0,3 | 1,00 | 72,96 | 243,2 | 0,150 | 1,00 | 36,48 |
| Vpravo od schodiště (váp.+240 eps) | 138,1 | 0,3 | 1,00 | 41,43 | 138,1 | 0,150 | 1,00 | 20,715 |
| Vlevo od schodiště (váp.+240 eps) | 105,4 | 0,3 | 1,00 | 31,62 | 105,4 | 0,150 | 1,00 | 15,81 |
| Nad sloupkopř. fasádou (váp.+240 eps) | 289,9 | 0,3 | 1,00 | 86,97 | 289,9 | 0,150 | 1,00 | 43,485 |
| U schodiště (strojovna) | 105,8 | 0,3 | 1,00 | 31,74 | 105,8 | 0,162 | 1,00 | 17,1396 |
| Betonové schodiště (+240 eps) | 108,5 | 0,3 | 1,00 | 32,55 | 108,5 | 0,154 | 1,00 | 16,709 |
| Sloupkopřéčková fasáda | 331,7 | 1,18 | 1,00 | 391,406 | 331,7 | 0,95 | 1,00 | 315,115 |
| Suterénní Stěna žb vrchní metr | 86 | 0,45 | 0,66 | 25,542 | 86 | 1,86 | 0,66 | 105,5736 |
| Suterénní Stěna žb 1-2 m pod terénem | 86 | 0,45 | 0,57 | 22,059 | 86 | 1,41 | 0,57 | 69,1182 |
| Suterénní Stěna žb 2-3 m pod terénem | 86 | 0,45 | 0,49 | 18,963 | 86 | 1,13 | 0,49 | 47,6182 |
| Suterénní Stěna žb víc jak 3 m pod terénem | 124,3 | 0,45 | 0,43 | 24,05205 | 124,3 | 0,96 | 0,43 | 51,31104 |
| Suterénní Stěna žb + eps vrchní metr | 8,6 | 0,45 | 0,66 | 2,5542 | 8,6 | 0,149 | 0,66 | 0,845724 |
| Suterénní Stěna žb +eps 1-2 m pod terénem | 8,6 | 0,45 | 0,57 | 2,2059 | 8,6 | 0,133 | 0,57 | 0,651966 |
| Suterénní Stěna žb +eps 2-3 m pod terénem | 8,6 | 0,45 | 0,49 | 1,8963 | 8,6 | 0,119 | 0,49 | 0,501466 |
| Suterénní Stěna žb +eps víc jak 3 m pod terénem | 12,4 | 0,45 | 0,43 | 2,3994 | 12,4 | 0,109 | 0,43 | 0,581188 |
| Schodiště žb suterén vrchní metr | 6,0 | 0,45 | 0,66 | 1,782 | 86,0 | 1,280 | 0,66 | 72,6528 |
| Schodiště žb suterén 1-2 m pod terénem | 6,0 | 0,45 | 0,57 | 1,539 | 86,0 | 1,020 | 0,57 | 50,0004 |
| Schodiště žb suterén 2-3 m pod terénem | 6,8 | 0,45 | 0,49 | 1,4994 | 86,0 | 0,850 | 0,49 | 35,819 |
| Schodiště žb suterén víc jak 3 m pod terénem | 8,7 | 0,45 | 0,43 | 1,68345 | 124,3 | 0,740 | 0,43 | 39,55226 |
| Střecha | 1213,8 | 0,24 | 1,00 | 291,312 | 1213,8 | 0,077 | 1,00 | 93,4626 |
| Podlaha suterén | 1016,1 | 0,45 | 0,66 | 301,7817 | 1016,1 | 0,259 | 0,66 | 173,6921 |
| Podlaha suterén – zateplená | 197,7 | 0,45 | 0,66 | 58,7169 | 197,7 | 0,152 | 0,66 | 19,83326 |
| Okna | 511,8 | 1,7 | 1,00 | 870,06 | 511,8 | 0,96 | 1,00 | 491,328 |
| Dveře ven | 24,3 | 1,7 | 1,00 | 41,31 | 24,3 | 1,2 | 1,00 | 29,16 |
| Vrata | 19,1 | 1,7 | 1,00 | 32,47 | 19,1 | 1 | 1,00 | 19,1 |
| Dveře do garáže | 1,9 | 1,7 | 1,00 | 3,23 | 1,9 | 1,2 | 1,00 | 2,28 |
| Celkem | 5427 | | | 2595,242 | 5427 | | | 1869,29 |
| Tepelné vazby | | 5427*0,05 | | 271,35 | 5427*0,05 | | | 271,35 |

| | | | | | |
|---|---|------------------------|-------------|-------------------|----------|
| Celková měrná ztráta prostupem tepla | | 2866,6 | | | 2140,6 |
| Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5 | max. Uem pro A/V 0,2219 | požadovaná hodnota: | 2140,6/5427 | | |
| | 2866,6/5427= | 0,528 | | | 0,394 |
| | 75% z požadované hodnoty 0,5288*0,75= | doporučená hodnota: | | | Vyhovuje |
| | | 0,396 | | | |
| Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C | | 0,394/0,528 | 0,74 | Třída B - Úsporná | |

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| Měrná ztráta prostupem tepla H_T | W/K | 2140,6 |
| Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$ | W/(m ² ·K) | 0,394 |
| Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$ | W/(m ² ·K) | 0,396 |
| Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$ | W/(m ² ·K) | 0,528 |

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

| Hranice klasifikačních tříd | Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd | U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd | |
|-----------------------------|--|--|-----------------------|
| | | Obecně | Pro hodnocenou budovu |
| A | 0,50 | 0,5. $U_{em,N}$ | 0,264 |
| B | 0,75 | 0,75. $U_{em,N}$ | 0,396 |
| C | 1,0 | 1. $U_{em,N}$ | 0,528 |
| D | 1,5 | 1,5. $U_{em,N}$ | 0,792 |
| E | 2,0 | 2. $U_{em,N}$ | 1,056 |
| F | 2,5 | 2,5. $U_{em,N}$ | 1,320 |
| G | > 2,5 | > 2,5. $U_{em,N}$ | - |

Klasifikace: B – Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 01.05.2019

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

Lukáš Vítek

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

| ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|------------------|----------------------------|------------|
| Administrativní budova Ostrava | | | | | Hodnocení obálky budovy | |
| Celková podlahová plocha $A_c = 5045,53 \text{ m}^2$ | | | | | stávající | doporučení |
| CI | Velmi úsporná | | | | 0,74 | |
| 0,5 | <div><div>A</div></div> | | | | | |
| 0,75 | <div><div>B</div></div> | | | | | |
| 1,0 | <div><div>C</div></div> | | | | | |
| 1,5 | <div><div>D</div></div> | | | | | |
| 2,0 | <div><div>E</div></div> | | | | | |
| 2,5 | <div><div>F</div></div> | | | | | |
| <div><div>G</div></div> | | | | | | |
| Mimořádně nehospodárná | | | | | | |
| klasifikace | | | | | B | |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$ | | | | | 0,394 | - |
| Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$ | | | | | 0,528 | - |
| Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} | | | | | | |
| CI | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,50 | 2,0 | 2,50 |
| U_{em} | 0,264 | 0,396 | 0,528 | 0,792 | 1,056 | 1,320 |
| Platnost štítku do - | | | | Datum 01.05.2019 | | |
| Štítek vypracoval: Lukáš Vítek | | | | | | |

B.4 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH

V objektu jsou navržena otopná tělesa od společnosti KORADO.

Návrh těles je závislý na požadovaném výkonu tělesa, který vyháží z výpočtu tepelných ztrát jednotlivých místností a na teplotním spádu otopné vody.

V objektu jsou navržena otopná tělesa typu Klasik (desková otopná tělesa s bočním připojením), která jsou umístěná v suterénu. V Nadzemních podlaží jsou navržena otopná tělesa typu Ventil Kompakt kvůli výhodnosti spodního připojení při vedení rozvodů v konstrukci v podlaze. Pro pokrytí velkých tepelných ztrát ve vstupní hale a prezenčním sále je s výhodností použito otopných lavic typu LD, které slouží i jako místa k sezení. V jedné ze čtyř velkoplošných kanceláří v prvním nadzemním podlaží je částečně užito dvou konvektorů typu LKE.

B.4.1 VOLBA TEPLOTNÍHO SPÁDU

Zvolen teplotní spád 75/65 °C

B.4.2 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES A JEJICH VÝKON

VÝPOČET SKUTEČNÉHO VÝKONU OTOPNÝCH TĚLES

$$Q_{Tskut} = Q_T \times \varphi \times z_1 \times z_2 \times z_3 [W]$$

Q_T = výkon tělesa pro návrhové podmínka (výpočtovou teplotu interiéru, teplotu přívodu a vratu topné vody 75/65 °C) [W]

φ – součinitel zohledňující způsob připojení těles [-]

z_1 – součinitel na úpravu okolí (zákryt, umístění do niky,...) [-]

z_2 – součinitel na počet článků (nad 10 čl.) [-]

z_3 – součinitel na umístění tělesa v místnosti [-]

Tab. 9: Návrh otopných těles

| číslo místnosti | účel místnosti | ti °C | tepelná ztráta místnosti (W) | typ otopného tělesa | výkon otopného tělesa 75/65°C | z1 | z2 | z3 | φ | skutečný výkon tě- lesa (W) |
|--------------------|-----------------|----------|---------------------------------------|---------------------|--|----|----|----|---|-----------------------------------|
| A001.01 | zádveří | 15 | 311,9 | Klasik 10 500x600 | 349 | 1 | 1 | 1 | 1 | 349 |
| A001.02 | chodba | 15 | 291,7 | Klasik 10 500x600 | 349 | 1 | 1 | 1 | 1 | 349 |
| A001.03 | chodba | 15 | 20,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.04 | kancelář-sklady | 15 | 277,8 | Klasik 10 500x500 | 291 | 1 | 1 | 1 | 1 | 291 |
| A001.05 | odpadky | 15 | 163,9 | Klasik 10 300x600 | 225 | 1 | 1 | 1 | 1 | 225 |
| A001.06 | úklid | 15 | 7,2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.07 | sklad | 15 | 206,3 | Klasik 10 300X600 | 225,0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 225,0 |
| A001.08 | sklepni koje | | | | | | | | | |
| A001.09 | sklepni koje | | | | | | | | | |
| A001.10 | sklepni koje | | | | | | | | | |
| A001.11 | předsíň | 15 | 67,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.12 | sklad | 15 | 189,0 | Klasik 10 300x600 | 225 | 1 | 1 | 1 | 1 | 225 |
| A001.13 | sklad | 15 | 169,0 | Klasik 10 300x600 | 225 | 1 | 1 | 1 | 1 | 225 |
| A001.14 | sklad | 15 | 330,6 | Klasik 10 500X600 | 349 | 1 | 1 | 1 | 1 | 349 |
| A001.15 | hromadná garáž | 5 | -933,1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.16 | údržba, dílna | 15 | 804,6 | Klasik 10 700x1200 | 943 | 1 | 1 | 1 | 1 | 943 |
| A001.17 | údržba zázemí | 20 | 164,7 | Klasik 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A001.18 | wc + umývárna | 24 | 390,0 | Klasik 10 900x600 | 471 | 1 | 1 | 1 | 1 | 471 |
| A001.19 | tzb | 15 | -156,0 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.20 | chodba | 15 | -22,0 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.21 | tzb | 15 | 134,1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.22 | garáž | 5 | -204,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.23 | garáž | 5 | -23,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.24 | chodba | 15 | 539,8 | Klasik 10 500x1100 | 640 | 1 | 1 | 1 | 1 | 640 |
| A001.25 | sklad | 5 | -48,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.26 | strojovna vzt | 15 | 1104,8 | Klasik 21 500x1000 | 1268 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1268 |
| A001.27 | slaboproud | 15 | 239,9 | Klasik 10 500x500 | 291 | 1 | 1 | 1 | 1 | 291 |
| A001.28 | rezerva shz | 15 | 258,8 | Klasik 10 500x500 | 291 | 1 | 1 | 1 | 1 | 291 |
| A001.29 | sklad | 5 | -53,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.30 | trafo | 5 | -19,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.31 | vn část | 5 | 19,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.32 | rozvoda | 15 | 219,6 | Klasik 10 500x500 | 291 | 1 | 1 | 1 | 1 | 291 |
| A001.33 | strojovna | 15 | 2516,9 | Klasik 21 500x1000 | 1268 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1268 |
| A001.34 | záložní zdroj | 15 | 296,8 | Klasik 10 500x600 | 349 | 1 | 1 | 1 | 1 | 349 |
| A001.35 | ukl.komora | 15 | -76,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.36 | kolovna | 15 | 1704,7 | Klasik 21 500x1400 | 1775 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1775 |
| A001.37 | předsíňka | 15 | -90,9 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.38 | wc ženy | 20 | 19,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.39 | šatna ženy | 20 | 253,4 | Klasik 10 500X700 | 360 | 1 | 1 | 1 | 1 | 360 |
| A001.40 | sprcha | 24 | 186,0 | Klasik 10 400X500 | 190 | 1 | 1 | 1 | 1 | 190 |
| A001.41 | předsíň | 15 | -90,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|----|--------|---------------------|------|---|---|---|---|------|
| A001.42 | wc muži | 20 | 19,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.43 | šatna muži | 20 | 312,7 | Klasik 10 500X700 | 360 | 1 | 1 | 1 | 1 | 360 |
| A001.44 | sprcha | 24 | 126,1 | Klasik 10 400X500 | 190 | 1 | 1 | 1 | 1 | 190 |
| A001.45 | posil.stanice | 15 | 18,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.S1 | schodiště A1 | 18 | 635,2 | Klasik 21 500x1000 | 1177 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1177 |
| A001.V1 | výtah A1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A001.V2 | výtah A2 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | | | | | | | | | | |
| A101.01 | výťahové lobby | 18 | 335,2 | VK 10 500x800 | 433 | 1 | 1 | 1 | 1 | 433 |
| A101.02 | tzb | 15 | -349,9 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.03 | sklad | 18 | -109,1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.04 | sklad | 18 | -107,9 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.05 | wc veřejnost m | 20 | 68,1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.06 | wc veřejnost ž | 20 | 54,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.07 | wc zam. Ž | 20 | 84,2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.08 | wc zam. M | 20 | 165,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.09 | úklid | 20 | 15,1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.10 | vstupní hala | 18 | 4441,6 | 2 x LD-315/450/1400 | 4858 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4858 |
| A101.11 | tzb | 15 | -300,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.12 | sklad | 18 | -17,0 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.13 | tzb | 15 | -226,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.15 | elektro | 18 | -59,9 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.16 | prezentační sál | 20 | 7598,7 | 3 x LD-315/450/1600 | 8124 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8124 |
| A101.S1 | schodiště A1 | 18 | 361,8 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.V1 | výtah A1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A101.V2 | výtah A2 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A103.01 | kancelář | 20 | 4435,0 | 2x LKE-230/150/1100 | 2738 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2738 |
| | | | | 2* VK 10 700x1600 | 2220 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2220 |
| A103.02 | kancelář | 20 | 1486,9 | 2x VK 10 700x1200 | 1666 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1666 |
| A103.03 | kancelář | 20 | 2086,5 | 2x VK 10 700x1600 | 2200 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2200 |
| A103.04 | kancelář | 20 | 907,0 | VK 20 600x100 | 978 | 1 | 1 | 1 | 1 | 978 |
| | | | | | | | | | | |
| A201.01 | výťahové lobby | 18 | 249,5 | VK 10 500x600 | 324 | 1 | 1 | 1 | 1 | 324 |
| A201.02 | wc ženy | 20 | 62,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.03 | wc imobilní | 20 | 19,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.04 | wc muži | 20 | 88,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.05 | elektro | 18 | 42,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.06 | sklad | 18 | -12,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.07 | úklid | 20 | 68,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.08 | tzb | 15 | -171,0 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.09 | chodba | 18 | -94,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.10 | chodba | 18 | -614,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.11 | chodba | 18 | -135,0 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.12 | tzb | 15 | -193,2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.13 | sklad | 18 | 8,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.14 | tzb | 15 | -144,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----|--------|-------------------|------|---|---|---|---|------|
| A201.15 | tzp | 18 | 34,1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.17 | kuchyňka | 20 | 66,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.18 | kuchyňka | 20 | 45,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.19 | wc muži | 20 | 70,2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.20 | wc ženy | 20 | 51,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.S1 | schodiště A1 | 18 | 361,8 | VK 10 700X1200 | 877 | 1 | 1 | 1 | 1 | 877 |
| A201.V1 | výtah A1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A201.V2 | výtah A2 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A203.01 | kancelář | 20 | 557,1 | VK 10 700x900 | 625 | 1 | 1 | 1 | 1 | 625 |
| A203.02 | jednací místn. | 20 | 165,3 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A203.04 | jednací místn. | 20 | 69,1 | VK 10 500x300 | 165 | 1 | 1 | 1 | 1 | 165 |
| A203.05 | jednací místn. | 20 | 96,9 | VK 10 500x300 | 165 | 1 | 1 | 1 | 1 | 165 |
| A203.06 | kancelář | 20 | 319,1 | VK 10 500x800 | 411 | 1 | 1 | 1 | 1 | 411 |
| A203.07 | kancelář | 20 | 199,3 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A203.08 | kancelář | 20 | 214,1 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A203.09 | kancelář | 20 | 236,1 | VK 10 500x900 | 463 | 1 | 1 | 1 | 1 | 463 |
| A203.10 | kancelář | 20 | 232,0 | VK 10 500x800 | 411 | 1 | 1 | 1 | 1 | 411 |
| A203.11 | kancelář | 20 | 152,4 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A203.12 | kancelář | 20 | 200,8 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A203.13 | kancelář | 20 | 200,8 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A203.14 | kancelář | 20 | 218,5 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A203.15 | kancelář | 20 | 211,1 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A203.17 | kancelář | 20 | 917,1 | 2* VK 10 500x1100 | 1130 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1130 |
| A203.18 | kancelář | 20 | 968,8 | 2* VK 10 500x1100 | 1130 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1130 |
| A203.20 | jednací místn. | 20 | 350,3 | VK 10 500x900 | 463 | 1 | 1 | 1 | 1 | 463 |
| | | | | | | | | | | |
| A301.01 | výtahové lobby | 18 | 249,5 | VK 10 500x600 | 324 | 1 | 1 | 1 | 1 | 324 |
| A301.02 | wc ženy | 20 | 55,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.03 | wc imobilní | 20 | 19,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.04 | wc muži | 20 | 83,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.05 | elektro | 18 | 46,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.06 | sklad | 18 | -10,3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.07 | úklid | 20 | 68,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.08 | tzp | 15 | -171,0 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.09 | chodba | 18 | -90,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.10 | chodba | 18 | -578,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.11 | chodba | 18 | -362,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.12 | tzp | 15 | -193,2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.13 | sklad | 18 | 13,1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.14 | tzp | 15 | -187,8 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.15 | sklad | 20 | 164,8 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.17 | kuchyňka | 20 | 66,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.18 | kuchyňka | 20 | 45,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.19 | wc muži | 20 | 70,2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.20 | wc ženy | 20 | 51,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.S1 | schodiště A1 | 18 | 361,8 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----|--------|-------------------|------|---|---|---|---|------|
| A301.V1 | výtah A1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A301.V2 | výtah A2 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A303.01 | kancelář | 20 | 625,2 | VK 10 700x900 | 625 | 1 | 1 | 1 | 1 | 625 |
| A303.02 | kancelář | 20 | 447,3 | VK 10 500x1100 | 565 | 1 | 1 | 1 | 1 | 565 |
| A303.03 | kancelář | 20 | 221,50 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.04 | kancelář | 20 | 221,6 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.05 | kancelář | 20 | 221,6 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.06 | kancelář | 20 | 221,6 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.07 | kancelář | 20 | 213,9 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.08 | kancelář | 20 | 931,0 | 2x VK 10 500x900 | 926 | 1 | 1 | 1 | 1 | 926 |
| A303.09 | kancelář | 20 | 607,7 | VK 10 700x1100 | 763 | 1 | 1 | 1 | 1 | 763 |
| A303.11 | jednací místn. | 20 | 69,1 | VK 10 500x300 | 165 | 1 | 1 | 1 | 1 | 165 |
| A303.12 | jednací místn. | 20 | 77,4 | VK 10 500x300 | 165 | 1 | 1 | 1 | 1 | 165 |
| A303.13 | kancelář | 20 | 348,8 | VK 10 500x800 | 411 | 1 | 1 | 1 | 1 | 411 |
| A303.14 | kancelář | 20 | 213,9 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.15 | kancelář | 20 | 213,9 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.16 | kancelář | 20 | 397,3 | VK 10 500x900 | 463 | 1 | 1 | 1 | 1 | 463 |
| A303.17 | kancelář | 20 | 357,7 | VK 10 500x800 | 411 | 1 | 1 | 1 | 1 | 411 |
| A303.18 | kancelář | 20 | 213,9 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.19 | kancelář | 20 | 213,9 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.20 | kancelář | 20 | 213,9 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.21 | kancelář | 20 | 213,9 | VK 10 500x500 | 257 | 1 | 1 | 1 | 1 | 257 |
| A303.22 | kancelář | 20 | 328,0 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A303.24 | kancelář | 20 | 1089,6 | 2* VK 10 500x1100 | 1130 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1130 |
| A303.25 | kancelář | 20 | 1195,6 | 2* VK 10 500x900 | 1250 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1250 |
| A303.27 | kancelář | 20 | 420,6 | VK 10 500x900 | 463 | 1 | 1 | 1 | 1 | 463 |
| | | | | | | | | | | |
| A401.01 | výtahové lobby | 18 | 438,1 | VK 10 500x900 | 487 | 1 | 1 | 1 | 1 | 487 |
| A401.02 | wc ženy | 20 | 108,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.03 | wc imobilní | 20 | 36,6 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.04 | wc muži | 20 | 121,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.05 | elektro | 18 | 82,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.06 | sklad | 18 | 9,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.07 | úklid | 20 | 81,2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.08 | tzb | 15 | -121,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.09 | chodba | 18 | -60,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.10 | chodba | 18 | -281,4 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.11 | chodba | 18 | -165,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.12 | tzb | 15 | -166,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.13 | sklad | 18 | 88,9 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.14 | tzb | 15 | -152,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.15 | sklad | 20 | 305,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.17 | kuchyňka | 20 | 129,8 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.18 | kuchyňka | 20 | 88,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.19 | wc muži | 20 | 98,5 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.20 | wc ženy | 20 | 79,7 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----|--------|-------------------|------|---|---|---|---|------|
| A401.S1 | schodiště A1 | 18 | 500,6 | VK 10 500x1100 | 597 | 1 | 1 | 1 | 1 | 597 |
| A401.V1 | výtah A1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A401.V2 | výtah A2 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A403.01 | kancleář | 20 | 717,6 | VK 10 700x1200 | 833 | 1 | 1 | 1 | 1 | 833 |
| A403.02 | kancleář | 20 | 567,4 | VK 10 500x1200 | 617 | 1 | 1 | 1 | 1 | 617 |
| A403.03 | kancleář | 20 | 280,4 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.04 | kancleář | 20 | 281,4 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.05 | kancleář | 20 | 281,4 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.06 | kancleář | 20 | 280,4 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.07 | kancleář | 20 | 281,4 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.08 | kancleář | 20 | 1196,9 | 2x VK 10 700x900 | 1250 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1250 |
| A403.09 | kancleář | 20 | 1017,6 | VK 10 700x1600 | 1110 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1110 |
| A403.11 | jednací místn. | 20 | 133,5 | VK 10 500x300 | 165 | 1 | 1 | 1 | 1 | 165 |
| A403.12 | jednací místn. | 20 | 150,1 | VK 10 500x300 | 165 | 1 | 1 | 1 | 1 | 165 |
| A403.13 | kancleář | 20 | 435,2 | VK 10 500x900 | 463 | 1 | 1 | 1 | 1 | 463 |
| A403.14 | kancleář | 20 | 282,5 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.15 | kancleář | 20 | 281,4 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.16 | kancleář | 20 | 524,0 | VK 10 500x1100 | 565 | 1 | 1 | 1 | 1 | 565 |
| A403.17 | kancleář | 20 | 471,3 | VK 10 500x1100 | 565 | 1 | 1 | 1 | 1 | 565 |
| A403.18 | kancleář | 20 | 281,2 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.19 | kancleář | 20 | 282,3 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.20 | kancleář | 20 | 282,3 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.21 | kancleář | 20 | 281,2 | VK 10 500x600 | 308 | 1 | 1 | 1 | 1 | 308 |
| A403.22 | kancleář | 20 | 432,7 | VK 10 500x900 | 463 | 1 | 1 | 1 | 1 | 463 |
| A403.24 | kancleář | 20 | 1429,5 | 2x VK 10 700x1200 | 1666 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1666 |
| A403.25 | kancleář | 20 | 1586,8 | 2x VK 10 700x1200 | 1666 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1666 |
| A403.27 | kancleář | 20 | 522,8 | VK 10 500x1100 | 565 | 1 | 1 | 1 | 1 | 565 |

B.4.3 SPECIFIKACE OTOPNÝCH TĚLES A PRVKŮ PRO JEJICH OVLÁDÁNÍ

B.4.3.1 RADIK KLASIK

RADIK KLASIK



Technické údaje

| | |
|-------------------------------------|---|
| Výška H | 300, 400, 500, 600, 700, 900 mm |
| Délka L | 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm |
| Připojovací rozteč | $h = H - 54 \text{ mm}$ |
| Připojovací závit | 4 x G1/2 vnitřní |
| Nejvyšší přípustný provozní tlak | 1,0 MPa |
| Nejvyšší přípustná provozní teplota | 110 °C |
| Připojení otopného tělesa | levé nebo pravé boční |

Způsoby připojení na otopnou soustavu



boční jednostranné
 $\varphi = 1$



boční oboustranné úhlopříčné
 $\varphi = 1$
doporučujeme při: $L \geq 3 \times H$

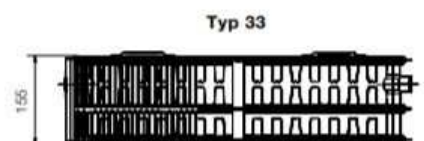
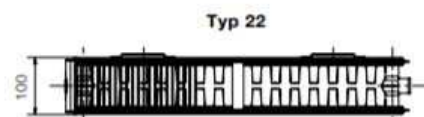
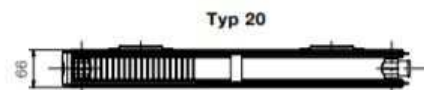
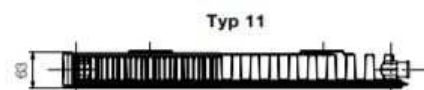
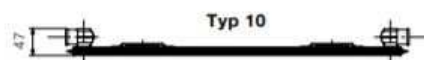
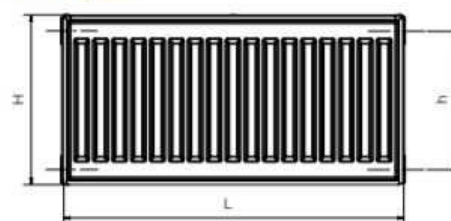


boční oboustranné zdola-dolů
 $\varphi = 0,9$

Popis

Model **RADIK KLASIK** je deskové otopné těleso v provedení KLASIK, které umožňuje **levé nebo pravé boční připojení** na rozvod otopné soustavy. Svou konstrukcí je určeno pro otopné soustavy s nuceným nebo samotižným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek.

Přehled typů

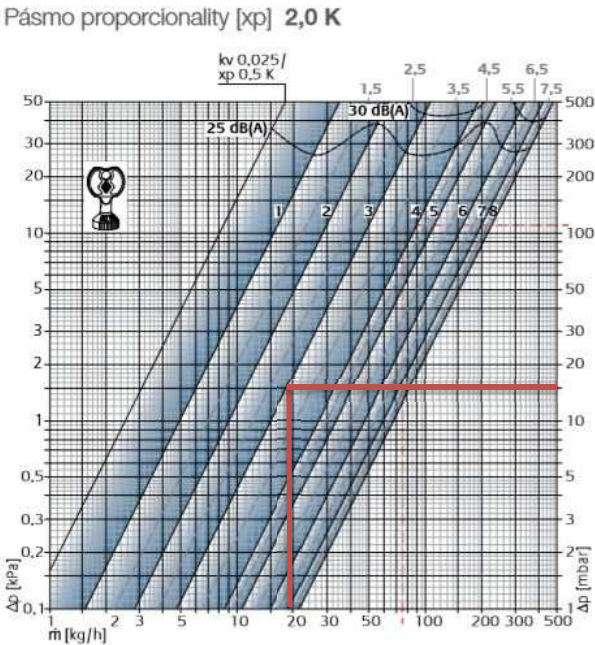


Obrázek 27: Deskové těleso Radik Klasik [19]

- PRVKY PRO OVLÁDÁNÍ – VENTIL HEIMEIER V-EXACT II



Obrázek 28: Ventil V-EXACT II [20]



Graf 3: Nastavení ventilu V-EXACT II [20]

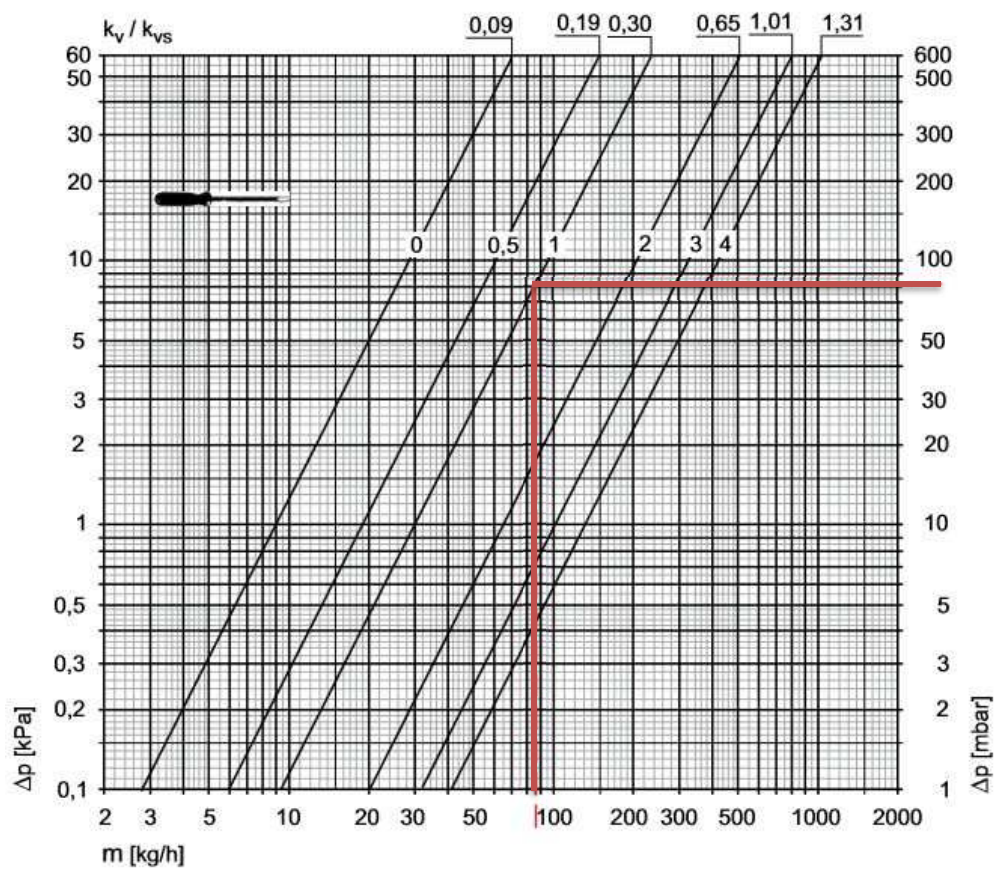
Tab. 10: Nastavení ventilu V-EXACT II [20]

| | | Nastavení | | | | | | | | Max. tlaková diference při níž se ventil ještě uzavírá Δp [bar] | |
|--------------------------------|-------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Term. hlavice | EMO T-TM EMOtec EMO 3 TA-Slider 160 |
| Pásmo proporcionality xp 1,0 K | kv-hodnota | 0,049 | 0,082 | 0,130 | 0,215 | 0,246 | 0,303 | 0,335 | 0,343 | 1,0 | 3,5 |
| Pásmo proporcionality xp 2,0 K | kv-hodnota | 0,049 | 0,090 | 0,150 | 0,265 | 0,330 | 0,470 | 0,590 | 0,670 | | |
| | Kvs | 0,049 | 0,102 | 0,185 | 0,313 | 0,420 | 0,565 | 0,740 | 0,860 | | |
| | Tolerance průtoku ± [%] | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 | 10 | 10 | | |

PRVKY PRO OVLÁDÁNÍ – REGULAČNÍ ŠROUBENÍ HEIMEIER REGULUX



Obrázek 29: Regulační šroubení Regulux [20]



Graf 4: Nastavení regulačního šroubení Regulux [20]

B.4.3.2 VENTIL KOMPAKT

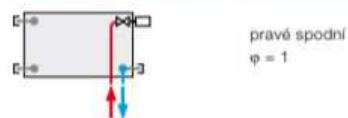
RADIK VK



Technické údaje

| | |
|--|---|
| Výška H | 300, 400, 500, 600, 700, 900 mm |
| Délka L | 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm |
| Hloubka B | |
| Typ 10 VK | 47 mm |
| Typ 11 VK | 63 mm |
| Typ 20 VK | 66 mm |
| Typ 21 VK | 66 mm |
| Typ 22 VK | 100 mm |
| Typ 33 VK | 155 mm |
| Připojovací rozteč | 50 mm |
| Připojovací závit | 6 x G1/2 vnitřní |
| Nejvyšší přípustný provozní tlak | 1,0 MPa |
| Nejvyšší přípustná provozní teplota | 110 °C |
| Připojení otopného tělesa | pravé spodní |

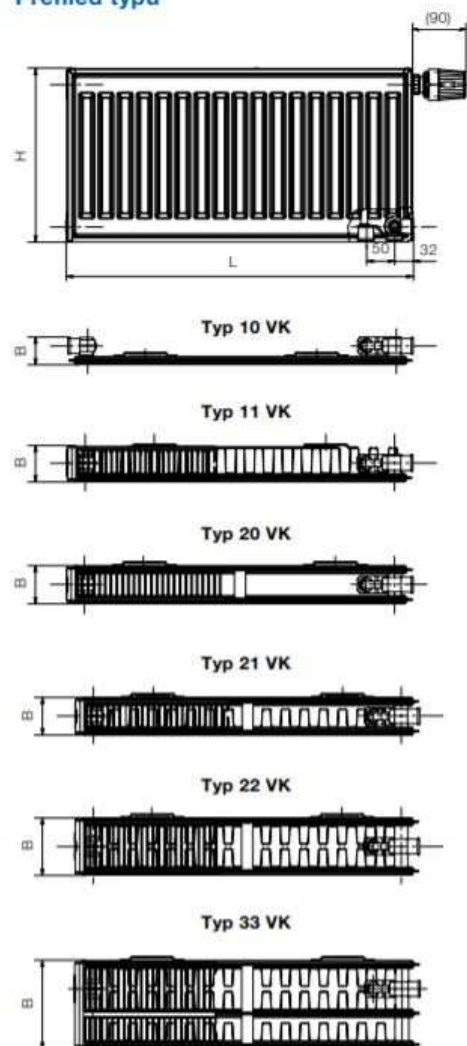
Způsoby připojení na otopnou soustavu



Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek.

Přehled typů

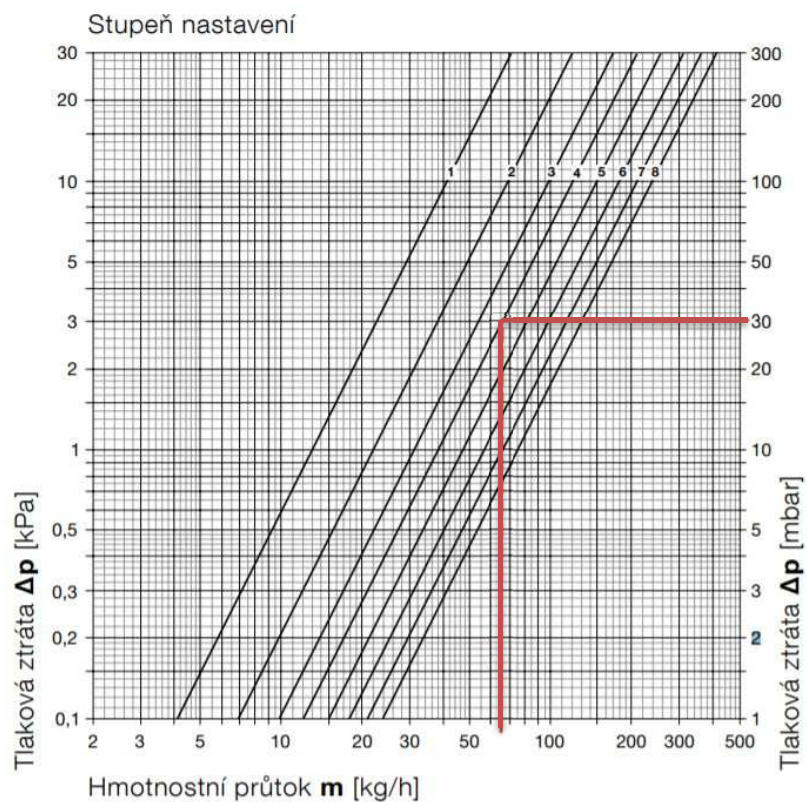


Obrázek 30: Deskové těleso Radik Ventil Kompakt [19]

- PRVKY RPO OVLÁDÁNÍ – VK HEIMEIER VENTIL



Obrázek 31: Regulační ventil pro tělesa Ventil Kompakt [20]



Graf 5: Nastavení ventilu pro tělesa Ventil Kompakt [20]

Tab. 11: Nastavení ventilu pro tělesa Ventil Kompakt [20]

Tabulka

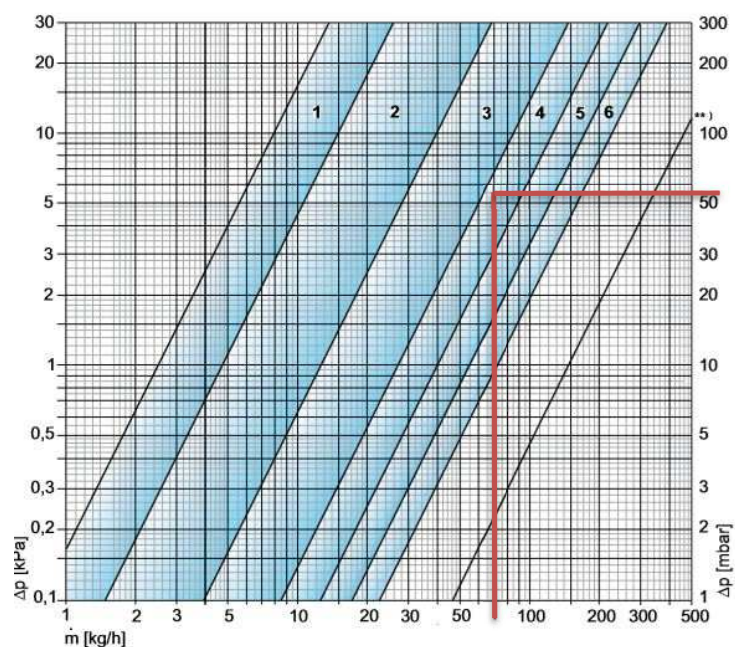
| Otopná tělesa v provedení VENTIL KOMPAKT bez přípojovacích armatur | | Stupeň nastavení ventilu | | | | | | | | Nejvyšší přípustná prov. teplota [°C] | Nejvyšší přípustný prov. tlak [MPa] |
|--|-----------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| Ventil s možností nastavení v osmi stupních a termostatickou hlavici | k_v [m³/h] | 0,13 | 0,22 | 0,31 | 0,38 | 0,47 | 0,57 | 0,66 | 0,75 | 110 | 1,0 |
| | k_{vs} [m³/h] | 0,16 | 0,27 | 0,38 | 0,43 | 0,65 | 0,98 | 1,23 | 1,43 | | |

Uvedené hodnoty k_v odpovídají pásmu proporcionality 2 K

- PRVKY PRO OVLÁDÁNÍ – REGULAČNÍ H ŠROUBENÍ HEIMEIER VEKOLUX



Obrázek 32: H regulační šroubení Vekolux [20]



Graf 6: Nastavení H regulačního šroubení Vekolux [20]

Tab. 12: Nastavení H regulačního šroubení Vekolux [20]

Otopné těleso VK s rohovým a přímým šroubením Vekolux ve dvoutrubkovém provedení

| | Nastavení ventilové vložky | | | | | | | | Kvs- hodnota bez otopného tělesa **) | Maximální provozní teplota TB [°C] *) | Maximální provozní tlak PB [bar] |
|--|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|---|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | |
| Ventilová vložka VHV se 6 stupni nastavení a termostatickou hlavici | | | | | | | | | | | |
| min | 0,025 | 0,047 | 0,126 | 0,265 | 0,401 | 0,556 | | | 1,48 | 120 | 10 |
| Kv-hodnota | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| max | 0,047 | 0,126 | 0,265 | 0,401 | 0,556 | 0,730 | | | | | |
| Kvs | 0,051 | 0,133 | 0,289 | 0,413 | 0,579 | 0,817 | - | - | | | |
| Ventilová vložka VHV8S s 8 stupni nastavení a termostatickou hlavici | | | | | | | | | | | |
| Kv-hodnota | 0,13 | 0,22 | 0,30 | 0,37 | 0,45 | 0,53 | 0,60 | 0,67 | 1,48 | 120 | 10 |
| Kvs | 0,16 | 0,27 | 0,37 | 0,41 | 0,60 | 0,82 | 0,95 | 1,03 | | | |

B.4.3.3 OTOPNÉ LAVICE KORALINE LD



Obrázek 33: Otopná lavice Radik Koraline LD [19]

Tab. 13: Parametry otopné lavice Radik Koraline LD [19]

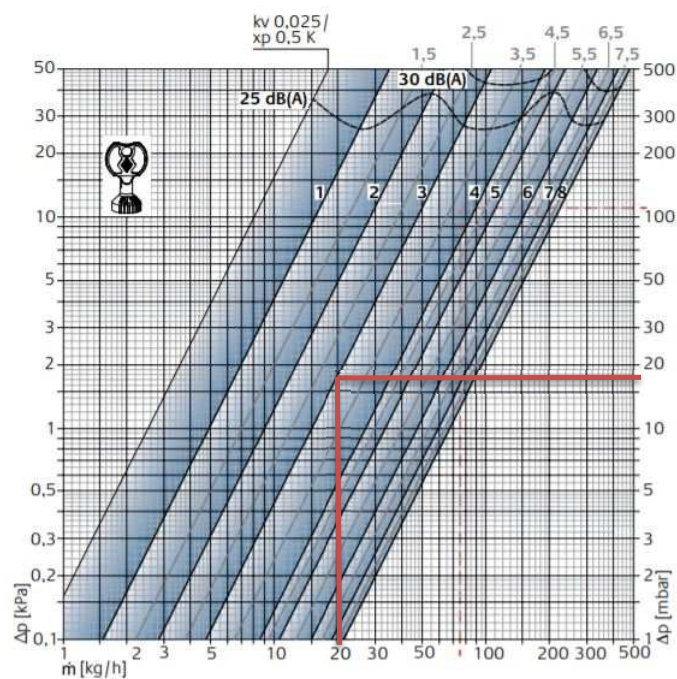
| | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Výška lavice s krycí deskou (mm) | 300, 450 |
| Šířka lavice s krycí deskou (mm) | 265, 315 |
| Délka lavice s deskou (mm) | 1000 - 2000 (po 200 mm) |
| Výkon (W) | od 721 do 3525 |
| Maximální pracovní tlak (Mpa) | 1,2 |
| Maximální pracovní teplota (°C) | 110 °C |
| Maximální povrchová teplota (°C) | 40 °C |
| Připojovací závit | vnitřní G 1/2" |
| Způsob připojení | spodní doporučené, boční |
| Provedení krycí desky | dřevo – buk, dub, americký ořech |

- PRVKY PRO OVLÁDÁNÍ - H REGULAČNÍ ŠROUBENÍ REGULUX
viz. B.4.3.2. VENTIL KOMPAKT
- AXIÁLNÍ VETIL HEIMEIER V-EXACT II



Obrázek 34: Axiální ventil V-Exact II [20]

Pásmo proporcionality [xp] **2,0 K**

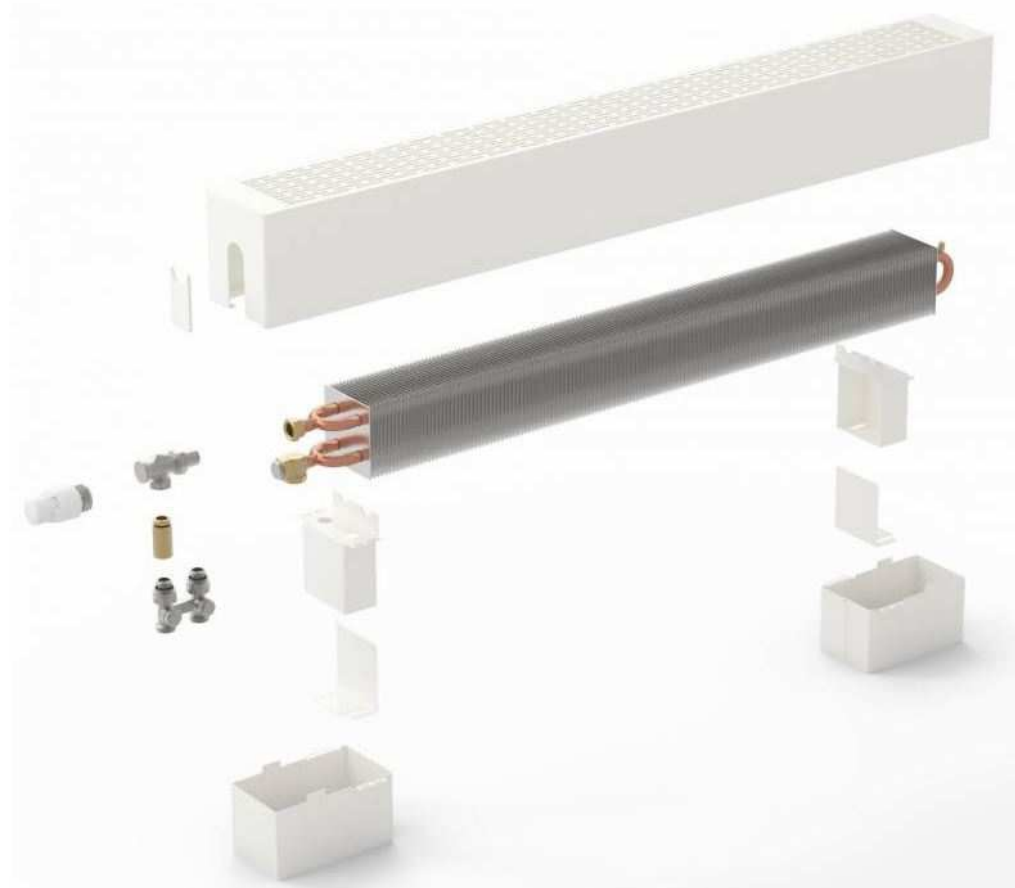


Graf 7: Nastavení axiálního ventilu V-Exact II [20]

Tab. 14: Nastavení axiálního ventilu V-Exact II [20]

| | | Nastavení | | | | | | | | Max. tlaková diference při níž se ventil ještě uzavírá Δp [bar] | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Term. hlavice | EMO T-TM/ NC EMOtec/NC EMO 1/3 EMO EIB/LON | EMO T/NO EMOtec/NO |
| Pásmo proporcionality xp 1,0 K | kv-hodnota | 0,049 | 0,082 | 0,130 | 0,215 | 0,246 | 0,303 | 0,335 | 0,343 | 1,0 | 3,5 | 3,5 |
| Pásmo proporcionality xp 2,0 K | kv-hodnota | 0,049 | 0,090 | 0,150 | 0,265 | 0,330 | 0,470 | 0,590 | 0,670 | | | |
| | Kvs | 0,049 | 0,102 | 0,185 | 0,313 | 0,420 | 0,565 | 0,740 | 0,860 | | | |
| | Tolerance průtoku ± [%] | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 | 10 | 10 | | | |

B.4.3.4 KONVEKTORY KORALINE Economic LKE



Obrázek 35: Konvektor Radik Koraline Economic LKE [19]

Tab. 15: Parametry konvektoru Radik Koraline Economic LKE [19]

| | |
|----------------------------------|--------------------------|
| Výška tělesa lavice (mm) | 90, 150, 230, 300 |
| Šířka (mm) | 130, 180, 230 |
| Délka (mm) | 600 - 3000 |
| Výkon (W) | od 203 do 5670 |
| Maximální pracovní tlak (Mpa) | 1,2 |
| Maximální pracovní teplota (°C) | 110 °C |
| Maximální povrchová teplota (°C) | 40 °C |
| Připojovací závit | vnitřní G 1/2" |
| Způsob připojení | spodní doporučené, boční |

- PRVKY PRO OVLÁDÁNÍ viz. B.4.3.3. OTOPNÉ LAVICE KORALINE LD

B.5 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Kotle budou umístěny v technické místnosti (jmenovitý tepelný výkon alespoň jednoho kotle nepřesahuje 50 kW a součet jmenovitých tepelných výkonů kotlů není větším než 100 kW - jedná se o technickou místnost).

Vstupní údaje:

potřeba tepla pro vytápění: 69,26 kW

potřeba tepla pro VZT: 0 kW

potřeba tepla po přípravu TV: 11,0 kW

Výkon kotelny:

$$Q_{PRIPOJ} = \max \{Q_{PRIPOJ1}; Q_{PRIPOJ2}\}$$

$$Q_{PRIP1} = 0,7 \times Q_{VYT} + 0,7 \times Q_{VZT} + Q_{TV}$$

$$Q_{PRIP1} = 0,7 \times 69,26 + 0,7 \times 0 + 11,0 = 59,482 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH}$$

$$Q_{PRIP2} = 69,26 + 0 + 0 = 69,26 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIPOJ} = 69,26 \text{ kW}$$

Q_{VYT} - Potřeba tepla pro vytápění [kW]

Q_{VZT} - Potřeba tepla pro VZT [kW]

Q_{TV} - Potřeba tepla po přípravu TV [kW]

Q_{TECH} - Potřeba tepla pro technologie [kW]

Návrh:

Navrhuji 3 x Protherm Panther Condens 25 KKO s plynulou regulací výkonu 5,9 – 24,5 kW.

rozměry: 740/418/344 mm (výška/šířky/hloubka)

hmotnost: 37,7 Kg

celkový výkon: 5,9 – 73,5 kW

Technická dokumentace ke kotlům je přílohou této práce. [P2]

B.5.1 Odvod spalin od kotlů

Odtah spalin od kotlů Protherm Panther Condens 25 KKO je řešen pomocí výrobcem dodávaného certifikovaného systému odkouření. Trasa odkouření musí být taková, aby případný kondenzát ze spalin byl vždy odveden.

Tab. 16: Délky odkouření od kotle Protherm Panther Condens 25 KKO [21]

| Délky odkouření plynových kotlů PROTHERM | | průměr potrubí v mm / délka potrubí v Em | | | |
|---|---|--|-----------|-----------|------------------------------|
| | | 60/100 | | 80/125 | |
| | | min / max | min / max | min / max | 2x 80 min / max |
| 1.3 Závěsné kondenzační kotle | Panther Condens 12 KKO - A 3,9 - 13,2 (12,3 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 21 | 0,5 / 21 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Panther Condens 25 KKO - A 5,9 - 26,7 (30,6 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Panther Condens 25 KKV - A 4,9 - 19,6 (25,5 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Panther Condens 30 KKO - A 8,5 - 32,8 (35,7 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Panther Condens 48 KKO - A 12,3 - 42,7 (45 TV) kW | - | 0,5 / 21 | 0,5 / 21 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Gepard Condens 12 MKO - A 4,3 - 12,7 (15 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Gepard Condens 25 MKO - A 6,3 - 26,5 (30 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Gepard Condens 18/25 MKV - A 5,3 - 19,1 (25,2) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| 1.4 Závěsné kondenzační kotle s vestavěným zásobníkem | Tiger Condens 25 KKZ 21 - A 4,9 - 19,6 (25,5 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| | Tiger Condens 25 KKZ 42 - A 4,9 - 19,6 (25,5 TV) kW | 0,5 / 10 | 0,5 / 25 | 0,5 / 25 | 0,5+0,5 / 20+20 / max 7 + 33 |
| 2.4 Stacionární kondenzační kotle s vestavěným zásobníkem | Lev 30 KKZ 150 C 5,8 - 34 kW | 1 / 8 | 1 / 33 | 1 / 33 | 0,5+0,5 / 25+25 / max 8 + 38 |
| 2.5 Stacionární kondenzační kotle | Medvěd Condens 18, 25, 35, 48 KKS | - | 0,5 / 22 | 0,5 / 22 | 0,5+0,5 / - / max 6,5 + 22 |
| 3.1 Průtokové ohřevče | PANDA 24 PTP 8,6 - 23,7 kW turbo | 5 | - | - | 15+15 |

Všechny délky jsou uvedeny v Em a musí se do nich započítat i první koleno nebo rozdělovač na kotel.

B.6 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

B.6.1 POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY

Vstupní údaje:

typ budovy: administrativní

plocha pro úklid: 5 045 m²

počet osob využívajících umývadla: 270

počet osob využívajících sprchy: 5

počet osob využívajících dřezy: 200

Stanovení potřeby TV za 24 hodin (=perioda)

- denní potřeba TV pro mytí osob

$$V_{O,umývadla} = n_i \times V_{d,i} = 810 \times 0,002 = 1,62 \text{ m}^3/\text{per}$$

$$V_{O,sprchy} = n_i \times V_{d,i} = 5 \times 0,025 = 0,125 \text{ m}^3/\text{per}$$

n_i – počet příslušných dávek teplé vody za jednu periodu [-]

$V_{d,i}$ – objem teplé vody příslušné dávky [m³]

- denní potřeba TV pro mytí nádobí

$$V_{j,dřezy} = n_j \times V_{d,j} = 200 \times 0,001 = 0,2 \text{ m}^3/\text{per}$$

n_j - počet příslušných dávek teplé vody za jednu periodu [-]

$V_{d,j}$ – objem teplé vody příslušné dávky [m³]

- denní potřeba TV pro úklid a mytí podlah

$$V_{u,úklid} = n_u \times V_{d,u} = 50,45 \times 0,020 = 1,009 \text{ m}^3/\text{per}$$

n_u - počet m² plochy / 100 [m²/100 m²]

$V_{d,u}$ – objem teplé vody příslušné dávky [m³/100 m² podlahové plochy]

Celková potřeba TV za 24 hodin

$$\begin{aligned} V_{2p} &= V_{O,umývadla} + V_{O,sprchy} + V_{j,dřezy} + V_{u,úklid} = \\ &= 1,62 + 0,125 + 0,2 + 1,009 = 2,957 \text{ m}^3/\text{per} \end{aligned}$$

B.6.2 ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV

Stanovení potřeby tepla

- potřeba tepla odebraného z ohřívače v TV během 1 periody

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 154,6 + 77,23 = 231,8 \text{ kWh/per}$$

- teoretické teplo dodané z ohřívače v době periody

$$Q_{2t} = c \times V_{2p} \times (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \times 2,957 \times (55 - 10) = 154,6 \text{ kWh/per}$$

c – měrné teplo vody [Wh/(kg×K)]

θ_2 – výstupní teplota vody z ohřívače [°C]

θ_1 – vstupní teplota vody do ohřívače [°C]

- teplo ztracené při ohřevu a distribuci v době periody

$$Q_{2z} = Q_{2t} \times z = 154,6 \times 0,5 = 77,3 \text{ kWh/per}$$

z – součinitel ztráty [-]

Průběh odběru teplé vody

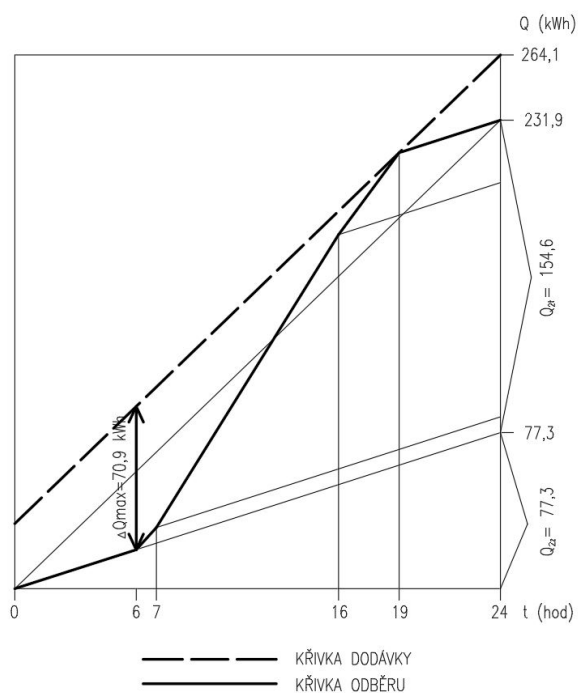
Tab. 17: Rozložení odběru tepla během dne

| ROZLOŽENÍ BĚHEM DNE | | TEPLO ODEBRANÉ [kWh] | TEPLO CELKEM [kWh] |
|---------------------|----|-------------------------|-----------------------|
| hod | % | | |
| 6-7 | 5 | 7,73 | 11,59 |
| 7-16 | 75 | 115,95 | 173,92 |
| 16-19 | 20 | 30,92 | 46,38 |
| CELKEM | | 154,60 | 231,90 |

Stanovení odběru a dodávky tepla – odběrový diagram

$$\Delta Q_{\max} = 70,9 \text{ kWh}$$

$$Q_1 = 264,1 \text{ kWh}$$



Graf 8: Odběrový diagram teplé vody

Stanovení objemu zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \times (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{70,9}{1,163 \times (55 - 10)} = 1,35 \text{ m}^3$$

Stanovení jmenovitého výkonu pro ohřev vody

$$Q_{tn} = \left(\frac{Q_1}{t} \right)_{\max} = \left(\frac{264,1}{24} \right)_{\max} = 11,00 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)} = \frac{(75 - 55) - (65 - 10)}{\ln\left(\frac{75 - 55}{65 - 10}\right)} = 34,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{(Q_{tn} \times 10^3)}{U \times \Delta t} = \frac{(11,00 \times 10^3)}{420 \times 34,6} = 0,757 \text{ m}^2$$

T_1 – vyšší teplota teplotního spádu [$^\circ\text{C}$]

T_2 – nižší teplota teplotního spádu [$^\circ\text{C}$]

t_2 – výstupní teplota vody z ohřívače [$^\circ\text{C}$]

t_1 – vstupní teplota vody do ohřívače [$^\circ\text{C}$]

Návrh

Navrhuji zásobníkový ohřívač teplé vody Regulus RBC 1500.

teplosměnná plocha: 4,2 m²

objem vody: 1466 l

Technická dokumentace ohřívače je přílohou této práce. [P3]

B.7 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ

Tab. 18: Část dimenzování a hydraulického posouzení potrubí – větev 1

Nucený oběh - návrh otopné soustavy - větev 1

| | | |
|---------------------------------|----------------------------------|--|
| $t_1 [^{\circ}\text{C}] = 75,0$ | $\rho_1 [\text{kg/m}^3] = 974,8$ | $g [\text{m/s}^2] = 9,81$ |
| $t_2 [^{\circ}\text{C}] = 65,0$ | $\rho_2 [\text{kg/m}^3] = 980,5$ | |
| $t_m [^{\circ}\text{C}] = 70,0$ | $\rho_m [\text{kg/m}^3] = 977,8$ | $\Delta\rho [\text{kg/m}^3] = 5,7$ |
| $\Delta t [\text{K}] = 10,0$ | $c [\text{J/kg.K}] = 4\,186$ | $\nu [\text{m}^2/\text{s}] = 0,404 \cdot 10^{-6}$ (kinematická viskozita při 70°C) |
| | | $k [\text{mm}] = 0,02$ (drsnost potrubí) |

| |
|-------------------------------------|
| pásmo proporcionality: 2 [K] |
|-------------------------------------|

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
|--|----------------------------|----------------|--------|----------------------------|---|---|------------|---------|--------|------------------------------|--------------------------|------------|----|-----------------|
| č. ús. | Q [kW] | m [kg/h] | l [m] | DN [mm] | d [mm] | R [Pa/m] | R · l [Pa] | w [m/s] | Σξ [-] | (w ² /2) × ρ [Pa] | Z [Pa] | R.l+Z [Pa] | | |
| okruh OT1 - základ. | | h [m] = 15,50 | | Δp _h [Pa] = 867 | | info: w _{opt} = 0,5 až 0,6 m/s | | | | | | | | Δp _z |
| | | Σl [m] = 159,1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 10,50 | 902,6 | 46,4 | 28x1,5 | 25 | 133 | 6176 | 0,52 | 17,0 | 133,4 | 2268 | 8 444 | | |
| 2 | 6,23 | 535,8 | 5,4 | 22x1 | 20 | 152 | 822 | 0,48 | 0,3 | 114,8 | 34 | 857 | | |
| 3 | 4,26 | 366,4 | 0,4 | 22x1 | 20 | 77 | 31 | 0,33 | 1,5 | 53,7 | 80 | 111 | | |
| 4 | 3,83 | 329,4 | 5,9 | 22x1 | 20 | 65 | 385 | 0,30 | 0,3 | 43,4 | 13 | 398 | | |
| 5 | 2,77 | 238,2 | 1,4 | 22x1 | 20 | 38 | 53 | 0,22 | 2,0 | 22,7 | 45 | 98 | | |
| 6 | 2,60 | 223,6 | 3,6 | 22x1 | 20 | 32 | 114 | 0,20 | 1,2 | 20,0 | 24 | 138 | | |
| 7 | 2,44 | 209,8 | 3,3 | 22x1 | 20 | 29 | 95 | 0,19 | 2,3 | 17,6 | 40 | 135 | | |
| 8 | 1,67 | 143,6 | 7,6 | 18x1 | 16 | 42 | 319 | 0,20 | 0,3 | 20,1 | 6 | 325 | | |
| 9 | v 0,83 | 71,4 | 6,4 | 15x1 | 13 | 33 | 213 | 0,15 | 4,1 | 11,4 | 47 | 260 | | |
| 9' | s 0,83 | 71,4 | 6,4 | 15x1 | 13 | 33 | 213 | 0,15 | 10,3 | 11,4 | 118 | 331 | | |
| 8' | 1,67 | 143,6 | 7,6 | 18x1 | 16 | 42 | 319 | 0,20 | 0,6 | 20,1 | 12 | 331 | | |
| 7' | 2,44 | 209,8 | 3,3 | 22x1 | 20 | 29 | 95 | 0,19 | 2,6 | 17,6 | 46 | 141 | | |
| 6' | 2,60 | 223,6 | 3,6 | 22x1 | 20 | 32 | 114 | 0,20 | 0,6 | 20,0 | 12 | 126 | | |
| 5' | 2,77 | 238,2 | 1,4 | 22x1 | 20 | 38 | 53 | 0,22 | 2,3 | 22,7 | 52 | 105 | | |
| 4' | 3,38 | 290,7 | 5,9 | 22x1 | 20 | 65 | 385 | 0,26 | 1,0 | 33,8 | 34 | 418 | | |
| 3' | 4,26 | 366,4 | 0,4 | 22x1 | 20 | 77 | 31 | 0,33 | 3,0 | 53,7 | 161 | 192 | | |
| 2' | 6,23 | 535,8 | 5,4 | 22x1 | 20 | 152 | 822 | 0,48 | 0,6 | 114,8 | 69 | 891 | | |
| 1' | 10,50 | 902,6 | 44,9 | 28x1,5 | 25 | 133 | 5976 | 0,52 | 19,0 | 133,4 | 2535 | 8 511 | | |
| Σ = 16 215 | | | | | | | | | | | Σ = 5 596 | 21 811 | | |
| započtení vlivu účinného tlaku (0 až 0,75) = | | | | | | | | | | 0,40 | * Δp _h [Pa] = | 347 | | |
| typ OT: 10 | ζ _{OT} [-] = 19,0 | m = 71 | [kg/h] | w _{DN15} = 0,10 | (w _{DN15} ² /2) × ρ = 4,9 | | 92 | | | | | | | |
| VK ventil DN 15 | | přednastavení | 8 | k _v = 0,750 | [m ³ /h] | V = 73 [dm ³ /h] | | 947 | | | | | | |
| H šroubení DN 15 | | přednastavení | 6 | k _v = 0,82 | [m ³ /h] | 798 | | | | | | | | |
| Potřebný dopravní tlak oběhového čerpadla Δp _e [Pa] = | | | | | | | | | | | | 23 302 | | |
| Potřebný průtok oběhovým čerpadlem m [kg/h] = | | | | | | | | | | | | 903 | | |

| | |
|----|-------|
| 7' | 141 |
| 6' | 126 |
| 5' | 105 |
| 4' | 418 |
| 3' | 192 |
| 2' | 891 |
| 1' | 8 511 |

| | |
|----|-------|
| 2 | 691 |
| 1' | 8 511 |

| | |
|-----|-----|
| 11 | 193 |
| 11' | 205 |

| č. ús. | Q [kW] | m [kg/h] | l [m] | DN [mm] | d [mm] | R [Pa/m] | R.l [Pa] | w [m/s] | $\Sigma \xi$ [-] | $(w^2/2) \times \rho$ [Pa] | Z [Pa] | R.l+Z [Pa] | odeč. úseky tlak. ztráta [Pa] |
|--|-----------|-------------|----------------------|------------|-----------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------------------|
| okruh | OT5 | | h [m] = 15,50 | | | Δp_h [Pa] = 867 | | | | | Δp_{dis} [Pa] = | 3 360 | |
| | | | Σl [m] = 2,6 | 0,40 | * | Δp_h [Pa] = 346,7 | info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s | | | | Δp_z | | čí.s. 20 289 |
| 14 | v | 0,17 | 14,2 | 1,3 | 10x1 | 8 | 16 | 20,5 | 0,08 | 3,4 | 3,14 | 11 | 1 844 |
| 14' | s | 0,17 | 14,2 | 1,3 | 10x1 | 8 | 16 | 20,5 | 0,08 | 3,5 | 3,14 | 11 | 2 857 |
| $\Sigma = 41,1$ $\Sigma = 22$ | | | | | | | | | | | | | 63 |
| typ OT: 10 $\xi_{OT} [-] = 19,0$ m = 14 [kg/h] $w_{DN15} = 0,02$ $(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 0,2$ | | | | | | | | | | | | | 4 |
| VK ventil DN 15 přednastavení 2 $k_v = 0,130$ [m³/h] V = 15 [dm³/h] | | | | | | | | | | | | | 1 246 |
| H šroubení DN 15 přebytek tlaku k doškrncení = 2 047 => přednastavení 2 | | | | | | | | | | | | | 2 047 |
| celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] = | | | | | | | | | | | | | 3 360 |
| Δp_{dis} [Pa] = | | | | | | | | | | | | | 3 360 |
| nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | 3' 192 |
| | | | | | | | | | | | | | 2' 891 |
| | | | | | | | | | | | | | 1' 8 511 |

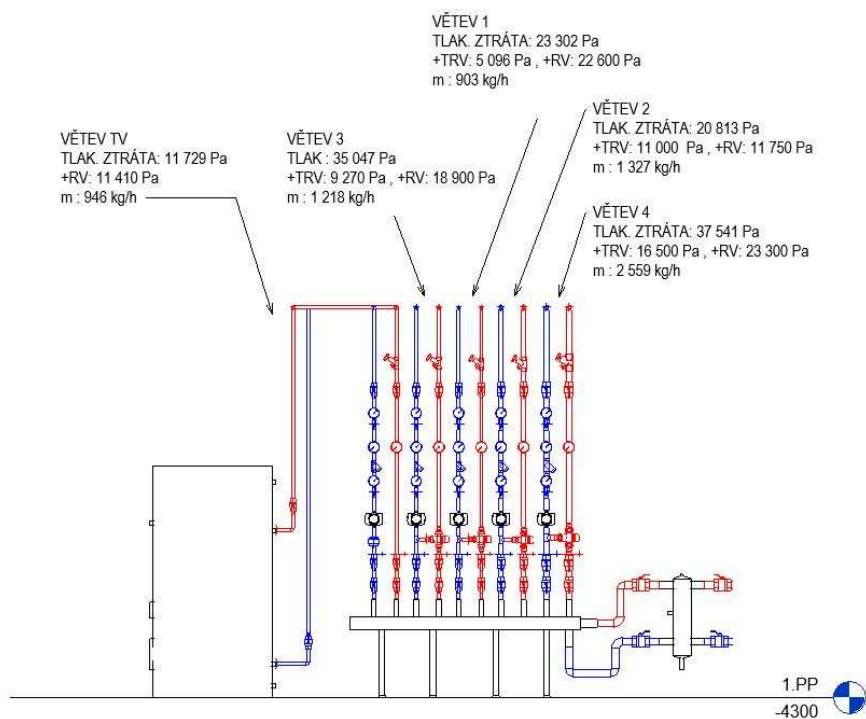
| č. ús. | Q [kW] | m [kg/h] | l [m] | DN [mm] | d [mm] | R [Pa/m] | R.l [Pa] | w [m/s] | $\Sigma \xi$ [-] | $(w^2/2) \times \rho$ [Pa] | Z [Pa] | R.l+Z [Pa] | odeč. úseky tlak. ztráta [Pa] | | | |
|--|--------|-----------------------|------------------------------|---------|-------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|----------------------------------|--------|-------|-----|
| okruh OT6 | | h [m] = 15,50 | | | Δp_h [Pa] = 867 | | | | | | Δp_{dis} [Pa] = | 3 623 | | | | |
| | | | Σl [m] = 2,6 | 0,40 | * | Δp_h [Pa] = 346,7 | | | info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s | | | Δp_z | čí.s. | 20 025 | | |
| 15 | v | 0,17 | 14,2 | 1,3 | 10x1 | 8 | 16 | 20,5 | 0,08 | 3,4 | 3,14 | 11 | 31 | 1 | 8 444 | |
| 15' | s | 0,17 | 14,2 | 1,3 | 10x1 | 8 | 16 | 20,5 | 0,08 | 3,5 | 3,14 | 11 | 32 | 2 | 857 | |
| $\Sigma = 41,1$ | | | | | | | | | | | | | $\Sigma = 22$ | 63 | 3 | 111 |
| typ OT: 10 | | $\xi_{OT} [-] = 19,0$ | | | m = 14 | [kg/h] | $w_{DN15} = 0,02$ | $(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 0,2$ | | | | | 4 | 4 | 398 | |
| VK ventil DN 15 | | | přednastavení | | | 2 | $k_v = 0,130$ | [m³/h] | V = 15 | | | [dm³/h] | 1 246 | 5 | 98 | |
| H šroubení DN 15 | | | přebytek tlaku k doškrbení = | | | 2 311 | | | => přednastavení | | | 2 | 2 311 | 5' | 105 | |
| celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] = | | | | | | | | | | | | | 3 623 | 4' | 418 | |
| Δp_{dis} [Pa] = | | | | | | | | | | | | | 3 623 | 3' | 192 | |
| nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... | | | | | | | | | | | | | 0 | 2' | 891 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 1' | 8 511 | |

| č. ús. | Q [kW] | m [kg/h] | l [m] | DN [mm] | d [mm] | R [Pa/m] | R.l [Pa] | w [m/s] | $\Sigma \xi$ [-] | $(w^2/2) \times \rho$ [Pa] | Z [Pa] | R.l+Z [Pa] | odeč. úseky tlak. ztráta [Pa] | | | | | | | |
|------------------|-----------|-------------|----------|----------------------------------|-----------|-------------|-------------|---------------|---------------------|-------------------------------|-----------|---------------|--|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------|-------------|-----|
| okruh OT7 | | | | | | | | | | | | | h [m] = 15,50 | Δp_h [Pa] = 867 | Δp_{dis} [Pa] = 3 827 | [Pa] | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Σl [m] = 19,1 | 0,40 | * | Δp_h [Pa] = 346,7 | info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s | Δp_z | čís. 19 822 | |
| 16 | | 0,62 | 53,0 | 5,8 | 12x1 | 10 | 71 | 407,7 | 0,19 | 1,8 | 17,95 | 32 | 440 | 1 | 8 444 | | | | | |
| 17 | v | 0,31 | 26,5 | 3,8 | 10x1 | 8 | 46 | 174,4 | 0,15 | 2,1 | 10,96 | 23 | 197 | 2 | 857 | | | | | |
| 17' | s | 0,31 | 26,5 | 3,8 | 10x1 | 8 | 46 | 174,4 | 0,15 | 4,3 | 10,96 | 47 | 222 | 3 | 111 | | | | | |
| 16' | | 0,62 | 53,0 | 5,8 | 12x1 | 10 | 71 | 407,7 | 0,19 | 4,0 | 17,95 | 72 | 479 | 4 | 398 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | $\Sigma = 1164,2$ | $\Sigma = 174$ | 1338 | 4' | 418 | | | |
| typ OT: 10 | | | | | | | | | | | | | $\xi_{OT} [-] = 19,0$ | m = 26 | [kg/h] | $w_{DN15} = 0,04$ | $(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 0,7$ | 13 | 3' | 192 |
| VK ventil DN 15 | | | | přednastavení | | | 3 | $k_v = 0,220$ | [m³/h] | V = 27 | [dm³/h] | 1 516 | 2' | 891 | | | | | | |
| H šroubení DN 15 | | | | přebytek tlaku k doškrbení = 959 | | | | | => | přednastavení | | | 3 | 959 | 1' | 8 511 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] = | | | | 3 827 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Δp_{dis} [Pa] = | | | | 3 827 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... | | | | 0 | | | |

Kompletní výpočet, včetně určení součinitelů vřazených odporů je přílohou této práce. [P4]

Schématy použité k dimenzování jsou přílohou této práce. [P22], [P23], [P24], [P25]

B.8 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL



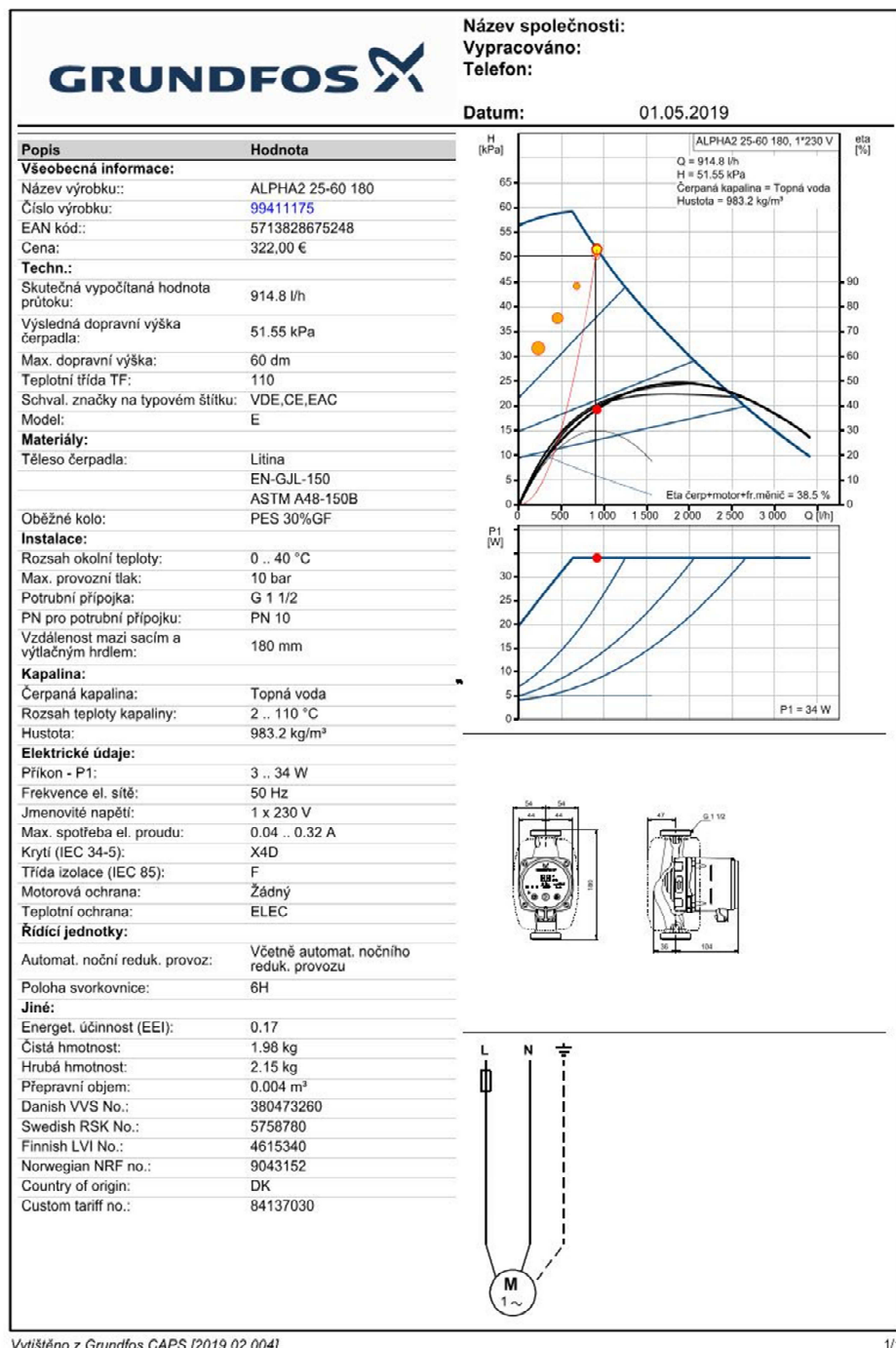
Obrázek 36: Tlakové ztráty + hmotnostní průtoky jednotlivých větví

Návrh čerpadel je proveden v on-line softwaru společnosti Grundfos: Grundfos Product Center.

- VĚTEV 1

tlaková ztráta: 50,998 kPa

hmotnostní průtok: 903 kg/h



Vytlačeno z Grundfos CAPS [2019.02.004]

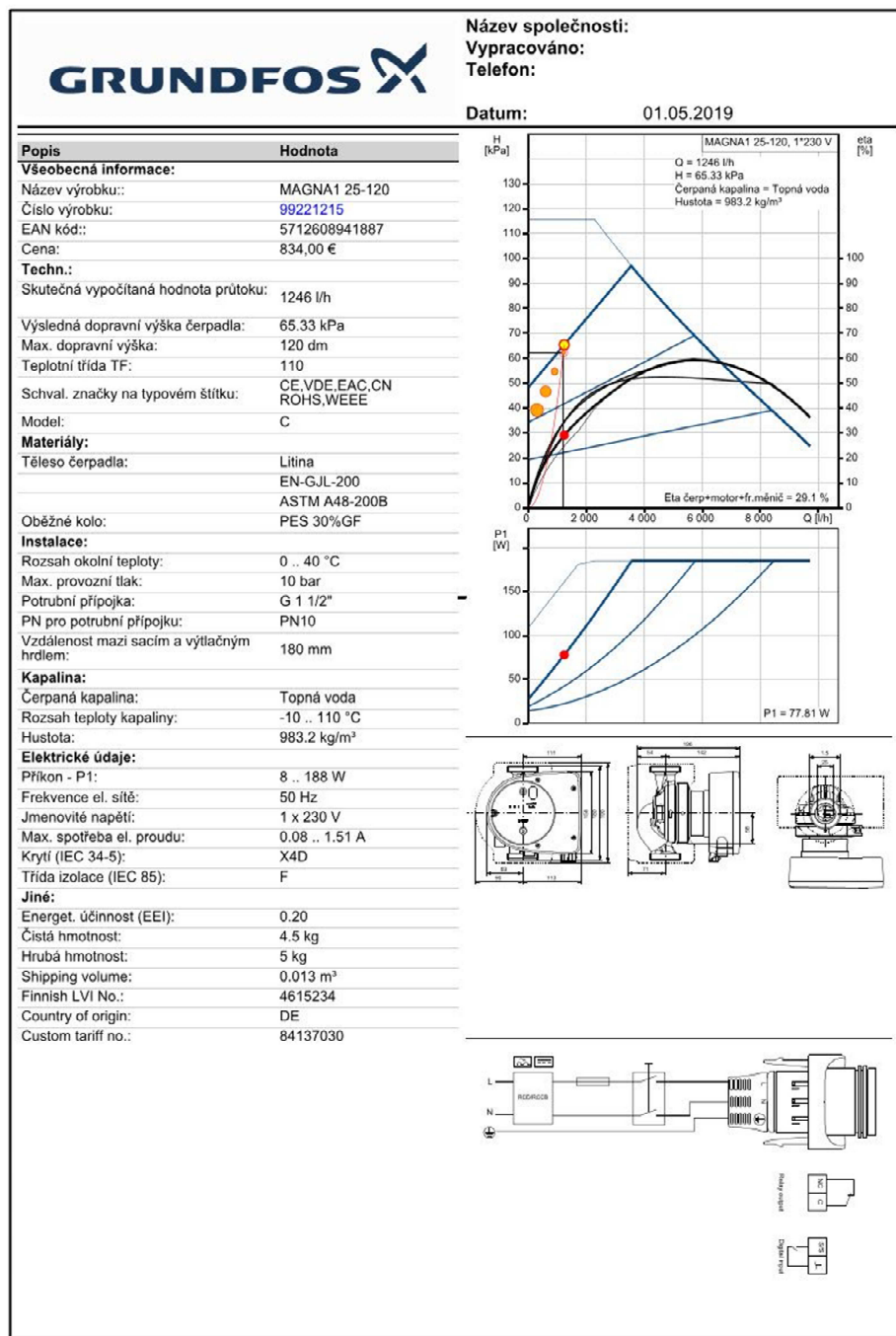
1/1

Obrázek 37: Návrh čerpadla pro větev 1

- VĚTEV 3

tlaková ztráta: 63,217 kPa

hmotnostní průtok: 1218 kg/h



Vytlačeno z Grundfos CAPS [2019.02.004]

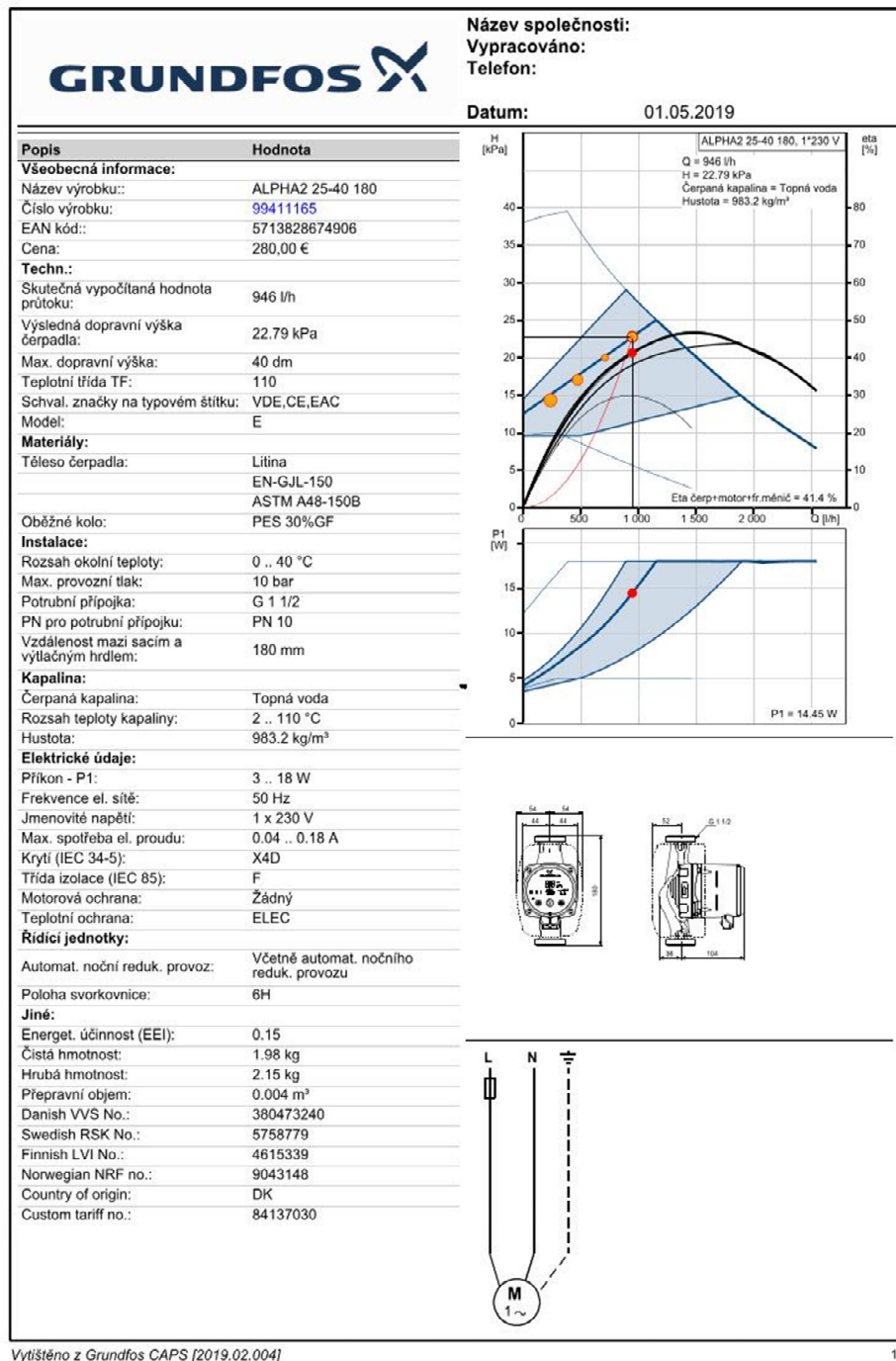
1/1

Obrázek 39: Návrh čerpadla pro větev 3

- VĚTEV 4

tlaková ztráta: 77.341 kPa

hmotnostní průtok: 2559 kg/h

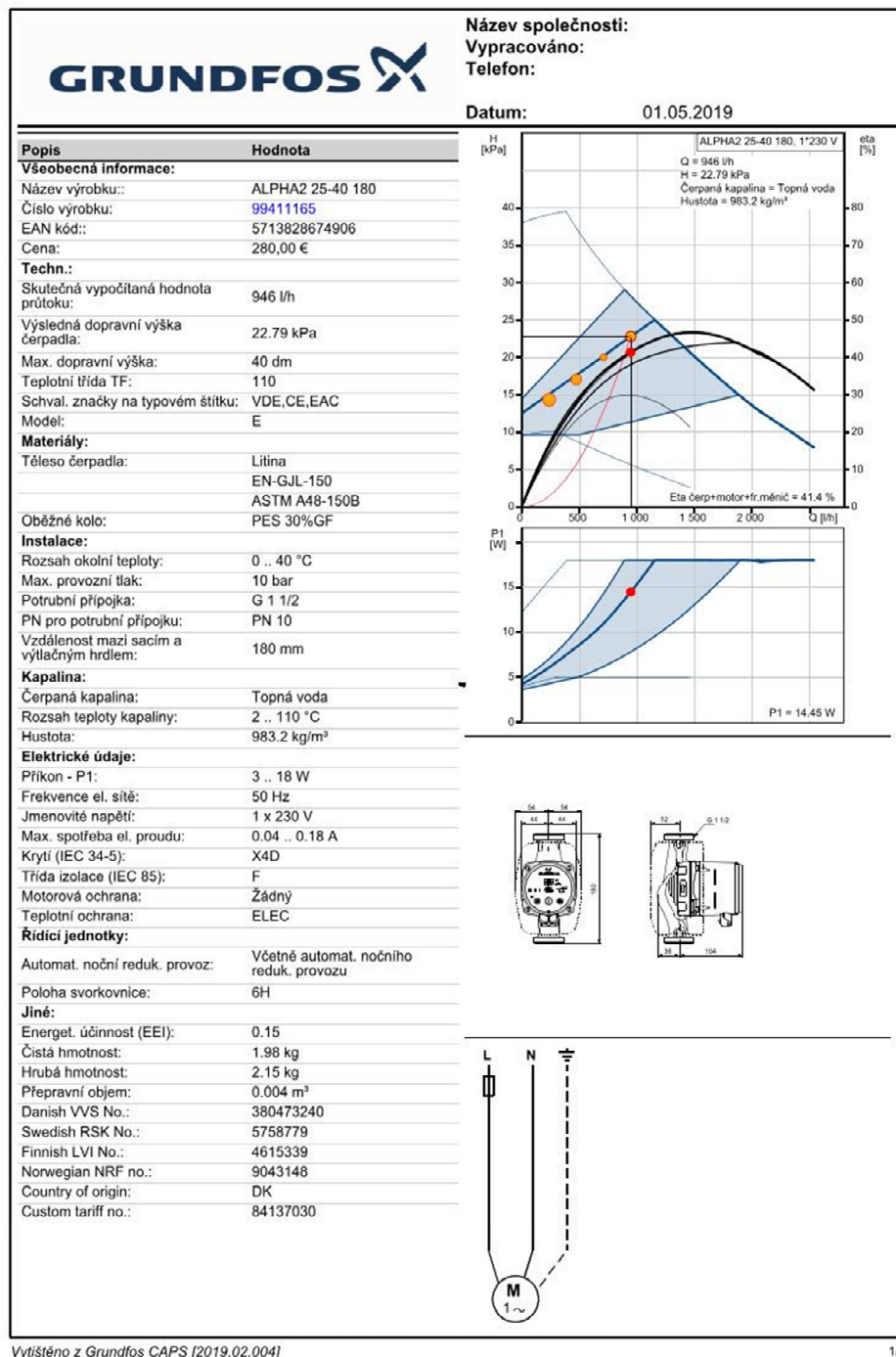


Obrázek 40: Návrh čerpadla pro větev 4

- VĚTEV TV

tlaková ztráta: 23,139 kPa

hmotnostní průtok: 946 kg/h



Obrázek 41: Návrh čerpadla pro větev TV

B.9 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

B.9.1 EXPANZNÍ NÁDOBA

Návrh expanzní nádoby se stanovuje ze zvětšení objemu vody v celé soustavě při jejím ohřátí z 10 °C na nejvyšší požadovanou teplotu vody v soustavě.

Vstupní údaje

výška otopné soustavy: 15,8 m

výška manometrické roviny $h_{MR} = 1,5$ m

maximální teplota otopné vody $t_{max} = 75$ °C

výkon kotle $Q_p = 73,5$ kW

Objem vody v soustavě

$$V_0 = V_P + V_{OT} + V_{OTK} + V_{ROZ} + V_{HVDT} + V_K + V_{OH}$$

$$V_0 = 577,99 + 692,6 + 15,715 + 8 + 4 + 15 + 20 = 1333,3 \text{ l} = 1,333,3 \text{ m}^3$$

V_P – objem vody v potrubí [l]

V_{OT} – objem vody v deskových otopných tělesech [l]

V_{OTK} – objem vody v konvektorech 450/315, 150/230 [l]

V_{ROZ} – objem vody v rozdělovači a sběrači [l]

V_{HVDT} – objem vody v HVDT [l]

V_K – objem vody v kotli [l]

V_{OH} – objem vody zásobníkovém ohřívači [l]

Objem vody v potrubí

Tab. 19: Objem vody v potrubí

| Vnější průměr (mm) | vnitřní průměr (mm) | Délka (m) | Objem vody na 1 m (l/m) | Objem vody (l) |
|-----------------------|------------------------|--------------|-------------------------|----------------|
| 10 | 8 | 552 | 0,05 | 27,75 |
| 12 | 10 | 541 | 0,08 | 42,49 |
| 15 | 13 | 431 | 0,13 | 57,21 |
| 18 | 16 | 349 | 0,20 | 70,17 |
| 22 | 20 | 189 | 0,31 | 59,38 |
| 28 | 25 | 205 | 0,49 | 100,63 |
| 35 | 32 | 140 | 0,80 | 112,68 |
| 42 | 39 | 3,5 | 1,19 | 4,18 |
| 45 | 42 | 69 | 1,39 | 95,60 |
| 64 | 60 | 2,8 | 2,83 | 7,92 |
| | | | celkem = | 577,99 l |

Objem body v deskových otopných tělesech

celkový výkon otopných těles: 69,26 kW, uvažuji 10 l/kW

objem body v tělesech: $69,26 \times 10 = 692,6 \text{ l}$

Objem body v konvektorech 450/315

vodní objem: 1,451/bm

celková délka konvektorů: $2 \times 1,4 + 3 \times 1,6 = 9 \text{ m}$

objem body konvektorech 450/315: $1,451 \times 9 = 13,051 \text{ l}$

Objem body v konvektorech 150/230

vodní objem: 1,211/bm

celková délka konvektorů: $2 \times 1,1 = 2,2 \text{ m}$

objem body konvektorech 150/230: $1,211 \times 2,2 = 2,664 \text{ l}$

Objem body v rozdělovači a sběrači

cca 8l

Objem body v HVDT

cca 4l

Objem body v kotli

cca 15l

Objem body v zásobníkovém ohříváči teplé vody

cca 4l

Objem vody v soustavě celkem

$$V_0 = 1,3333 \text{ [m}^3\text{]}$$

Výpočet

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \times V_0 \times n =$$
$$V_e = 1,3 \times 1,3333 \times 0,02551 = 0,0442 \text{ m}^3 = 44,2 \text{ l}$$

n – součinitel zvětšení objemu = 0,02551 [-]

$$\Delta t_m = 75 - 10 = 65 \text{ K}$$

Tab. 20: Součinitel zvětšení objemu

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\Delta t = t_{max} - 10 \text{ [K]}$ | 20 | 30 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |
| $n \text{ [-]}$ | 0,00401 | 0,00749 | 0,01169 | 0,01413 | 0,01672 | 0,01949 | 0,02243 | 0,02551 | 0,02863 |
| $\Delta t = t_{max} - 10 \text{ [K]}$ | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 |
| $n \text{ [-]}$ | 0,03198 | 0,03553 | 0,03916 | 0,04313 | 0,04704 | 0,05112 | 0,05529 | 0,05991 | 0,06435 |

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq p_d$$
$$p_{ddov} \geq 1,1 \times h \times \rho \times g \times 10^{-3}$$
$$p_{ddov} \geq 1,1 \times 15,8 \times 1000 \times 9,81 \times 10^{-3}$$
$$p_{ddov} \geq 170,5 \text{ kPa} \rightarrow \text{volím } 175 \text{ kPa} = p_d$$

p_{ddov} – nejnižší dovolený provozní přetlak [kPa]

p_d – nejnižší provozní přetlak – nejnižší hodnota provozního přetlaku [kPa]

h – výška otopné soustavy [m]

ρ – hustota vody [kg/m³]

g – tíhové zrychlení [m/s²]

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

$$p_{hdov} \leq p_k - h_{MR} \times \rho \times g \times 10^{-3}$$
$$p_{hdov} \leq 300 - 1,5 \times 1000 \times 9,81 \times 10^{-3} = 285,3 \text{ kPa}$$
$$p_{hdov} \leq 285,3 \text{ kPa} \rightarrow \text{volím } 250 \text{ kPa} = p_{hp}$$

p_{hdov} – nejvyšší dovolený provozní přetlak [kPa] – přetlak na který je nastaveno pojistné zařízení. U pojistného ventilu se rovná otevíracímu přetlaku p_{ot}

p_k – tlak, která je dán maximálním konstrukčním přetlakem jednotlivých prvků soustavy, vztaženým k manometrické rovině [kPa]

h – výška otopné soustavy [m]

ρ – hustota vody [kg/m³]

g – tíhové zrychlení [m/s²]

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e(p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,0442(250 + 100)}{(250 - 175)} = 0,2062 \text{ m}^3$$

V_e – expanzní objem [m³]

p_{hp} – předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

p_d – nejnižší provozní přetlak [kPa]

Průměr expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \times Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \times 73,5^{0,5} = 15,15 \text{ mm} \Rightarrow 18 \times 1 \text{ mm}$$

Q_p – návrhový výkon zdroje [kW]

Návrh

Navrhuji expanzní nádobu Reflex NG 250/6 – 250 l

Technická dokumentace expanzní nádoby je přílohou této práce. [P5]

B.9.2 POJISTNÝ VENTIL

Vstupní údaje

výtokový součinitel: $\alpha_v = 0,558$

součinitel zvětšení sedla pro: $\alpha_v = 0,558 \Rightarrow a = 1,34$

Tab. 21: Součinitel zvětšení sedla

| | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Výtokový součinitel α | 0,08 | 0,1 | 0,14 | 0,2 | 0,28 | 0,4 | 0,56 | 0,8 |
| Součinitel zvětšení sedla | 3,54 | 3,16 | 2,26 | 2,24 | 1,89 | 1,58 | 1,34 | 1,12 |

návrhový výkon zdroje: $Q_p = 73,5 \text{ kW}$

otevírací přetlak: $p = 250 \text{ kPa}$

konstanta syté vodní páry: $K = 1,12 \text{ kW/mm}^2$

Tab. 22: Konstanty syté vodní páry

| p (kPa) | K (kW/mm ²) |
|---------|-------------------------|
| 180 | 0,91 |
| 200 | 0,97 |
| 250 | 1,12 |
| 300 | 1,26 |
| 350 | 1,41 |
| 400 | 1,55 |

Výpočet

Průřez sedla pojistného ventilu

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \times K} = \frac{73,5}{0,558 \times 1,12} = 117,6 \text{ mm}^2$$

Q_p – návrhový výkon zdroje [kW]

α_v – Výtokový součinitel [-]

K – Konstanta syté vodní páry [kW/mm²]

Ideální průměr sedla

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \times A_o}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 117,6}{\pi}} = 12,4 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného ventilu

$$d_0 = a \times d_i = 1,34 \times 12,4 = 16,40 \text{ mm}$$

a – Součinitel zvětšení sedla [-]

d_i – ideální průměr sedla [mm]

Profil (vnitřní průměr) pojistného ventilu

$$d_p = 15 + 1,4 \times Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \times 73,5^{0,5} = 27,00 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN32}$$

Q_p – návrhový výkon zdroje [kW]

Tab. 23: Parametry pojistného ventilu Honeywell SM120 [22]

| Připojení | | Rozměry (mm) | | | | Hmotnost | Pro soustavy do výkonu | | Koeficient | Průměr sedla | Objednací číslo |
|--|--------|--------------|----|----|----|----------|------------------------|---------|----------------|--------------|------------------|
| vstup | výstup | H | h | l | Do | kg | kW | kcal/h | a _v | mm | |
| Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 2,5 bar | | | | | | | | | | | |
| ½" | ¾" | 93 | 28 | 36 | 15 | 0,3 | 50 | 45 000 | 0,289 | 16 | SM 120 – 1/2 A |
| ¾" | 1" | 99 | 34 | 42 | 16 | 0,4 | 100 | 90 000 | 0,449 | 16 | SM 120 – 3/4 A |
| 1" | 1 ¼" | 137 | 41 | 51 | 22 | 0,9 | 200 | 175 000 | 0,558 | 24 | SM 120 – 1 A |
| 1 ¼" | 1 ½" | 144 | 47 | 57 | 27 | 1,1 | 350 | 300 000 | 0,583 | 27 | SM 120 – 1 1/4 A |
| Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 3,0 bar | | | | | | | | | | | |
| ½" | ¾" | 93 | 28 | 36 | 15 | 0,3 | 50 | 45 000 | 0,289 | 16 | SM 120 – 1/2 B |
| ¾" | 1" | 99 | 34 | 42 | 16 | 0,4 | 100 | 90 000 | 0,449 | 16 | SM 120 – 3/4 B |
| 1" | 1 ¼" | 137 | 41 | 51 | 22 | 0,9 | 200 | 175 000 | 0,558 | 24 | SM 120 – 1 B |
| 1 ¼" | 1 ½" | 144 | 47 | 57 | 27 | 1,1 | 350 | 300 000 | 0,583 | 27 | SM 120 – 1 1/4 B |
| Pro uzavřené solární soustavy, nastavený tlak 6,0 bar | | | | | | | | | | | |
| ½" | ¾" | 93 | 28 | 36 | 15 | 0,3 | 100 | 90 000 | 0,289 | 16 | SM 120 – 1/2 C |
| Zákaznické provedení, nastavený tlak může být v rozsahu 2,5 až 6,0 bar (nutno specifikovat v objednávce) | | | | | | | | | | | |
| ½" | ¾" | 93 | 28 | 36 | 15 | 0,3 | 100 | 90 000 | 0,289 | 16 | SM 120 – 1/2 Z |

Návrh


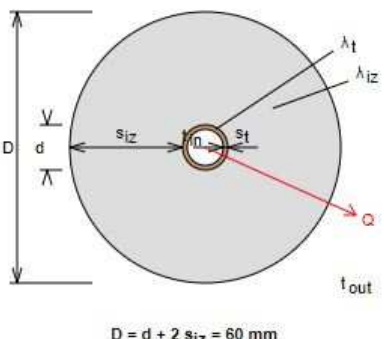
Navrhuji pojistný ventil Honeywell SM120 s průřezem sedla 24 mm nastavený na otevírací přetlak 250 kPa.

Technická dokumentace pojistného ventilu je přílohou této práce. [P6]

B.10 NÁVRH TEPELNÝCH IZOLACÍ POTRUBÍ

Pro návrh tloušťky tepelné izolace jsem použil výpočtový software na portálu www.tzb-info.cz.

Navrhuji izolace ROCKWOOL PIPO.

| | |
|--|--|
| <p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS</p> <p>Rozměry izolace - tl. 25</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K</p> |  <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p> |
| <p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 10x1</p> <p>Průměr $d = 10$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p> | |
|  <p>$D = d + 2 s_{iz} = 60$ mm</p> | <p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 75$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu</p> <p>$\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p> |
| <p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p> | <p>DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K</p> |
| <p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p> | <p>$U_0 = 0.126 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p> |
| <p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p> | <p>$t_{p,iz} = 23.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p> |
| <p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p> | <p>$q_p = 17.3$ W/m</p> |
| <p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p> | <p>$q_{iz} = 6.9$ W/m</p> |
| <p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p> | <p>60 %</p> |
| <p>Sřední spotřeba izolace</p> | <p>0.11 m² - platí pro plošnou izolaci</p> |

Obrázek 42: Výpočet tloušťky izolace pro potrubí 10x1 mm

Navržené izolace:

Tab. 24: Souhrn navržených izolací pro všechny použité dimenze potrubí

| Potrubí | | Izolace | |
|----------|-----------------|---------------|------------------|
| Materiál | Rozměry [mm] | Typ | Tloušťka [mm] |
| měď | 10x1 | ROCKWOOL PIPO | 25 |
| měď | 12x1 | ROCKWOOL PIPO | 25 |
| měď | 15x1 | ROCKWOOL PIPO | 30 |
| měď | 18x1 | ROCKWOOL PIPO | 30 |
| měď | 22x1 | ROCKWOOL PIPO | 30 |
| měď | 28x1,5 | ROCKWOOL PIPO | 40 |
| měď | 35x1,5 | ROCKWOOL PIPO | 40 |
| měď | 42x1,5 | ROCKWOOL PIPO | 40 |
| měď | 54x2 | ROCKWOOL PIPO | 40 |
| měď | 64x2 | ROCKWOOL PIPO | 50 |

B.11 DILATACE POTRUBÍ

Změna délky je způsobena rozdílem teplot při montáži a při provozu. Provozní teplota teplotonosné látky v soustavě je vyšší než teplota montážní a tento rozdíl teplot způsobuje délkové změny, které je nutno kompenzovat.

Určení délky prodloužení

$$\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_0$$

α – součinitel délkové roztažnosti, pro měď = $0,017 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

Δt – rozdíl provozní a montážní teploty [$^{\circ}\text{C}$]

l_0 – délka úseku [m]

Návrh kompenzátorů

Tab. 25: Návrh kompenzátorů

| větev 1 | | |
|--|---------------------------------|--|
| <u>rozvod 1PP</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_0 =$ | $0,017 \times 55 \times 26,3 =$ | 24,6 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 3NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_0 =$ | $0,017 \times 55 \times 22,4 =$ | 20,9 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 3NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_0 =$ | $0,017 \times 55 \times 13,1 =$ | 12,2 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 4NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_0 =$ | $0,017 \times 55 \times 22,4 =$ | 20,9 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 4NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_0 =$ | $0,017 \times 55 \times 13,1 =$ | 12,2 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>stoupačky větev 1</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_0 =$ | $0,017 \times 55 \times 12,9 =$ | 12,1 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| větev 2 | | |
| <u>rozvod</u> | | |
| <u>1PP</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 26,3 =$ | 24,6 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 3NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 27,8 =$ | 26,0 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 3NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 32,7 =$ | 30,6 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 2x |
| <u>rozvod 4NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 27,8 =$ | 26,0 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 4NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 32,7 =$ | 30,6 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 2x |
| <u>stoupačky větev 2</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 12,9 =$ | 12,1 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| větev 3 | | |
| <u>rozvod</u> | | |
| <u>1PP</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 29 =$ | 27,1 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 2NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 23,1 =$ | 21,6 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 2NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 12,5 =$ | 11,7 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 1NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 24,1 =$ | 22,5 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 1NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 12,9 =$ | 12,1 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| větev 4 | | |
| <u>rozvod 1PPa blíž k tech.m</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 29 =$ | 27,1 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 1PPb dále od tech.m</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 26,6 =$ | 24,9 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 2NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 28,3 =$ | 26,5 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 2NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 22,9 =$ | 21,4 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 1NP vpravo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 28,5 =$ | 26,6 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |
| <u>rozvod 1NP vlevo</u> | | |
| $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l_o =$ | $0,017 \times 55 \times 26,2 =$ | 24,5 mm Návrh kompenzátoru Corex T8.000 |

Technická dokumentace navrhovaného kompenzátoru je přílohou této práce. [P7]

B.12 NÁVRH VÝŠE NESPECIFIKOVANÝCH ZAŘÍZENÍ

B.12.1 HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ

Vstupní údaje

instalovaný výkon: 73,5 kW

měrná tepelná kapacita: 4 186 J/(kg×K)

teplotní rozdíl $\Delta t = 10^\circ$ (75/65 °C)

Výpočet

$$\dot{m} = \frac{Q}{C \cdot \Delta t}$$

$$\dot{m} = \frac{73500}{4186 \cdot 10} = 1,7558 \frac{kg}{s} = 6,312 \frac{m^3}{hod}$$

\dot{m} – hmotnostní průtok [kg/s]

Q – instalovaný výkon [W]

C – měrná tepelná kapacita J/[kg×K]

Δt – teplotní rozdíl [°C]

Návrh

Navrhuji HVDT od společnosti AQUA Product: HVDT II.

Tab. 26: Parametry HVDT II [23]

| Technická data | | HVDT5/4" | HVDT6/4" | HVDT 2" | HVDT I | HVDT II | HVDT III | HVDT IV | HVDT V | HVDT VI |
|------------------------|-------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Průtok | m ³ /h | 1,8 | 2,5 | 4 | 4 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 |
| Připojení vnější závit | G | 5/4" | 6/4" | 2" | - | - | - | - | - | - |
| Příruby a protipříruby | DN | - | - | - | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 |
| Průměr tělesa D | mm | 89 | 108 | 108 | 108 | 159 | 219 | 219 | 273 | 324 |
| Průměr hrdla d | mm | 32 | 40 | 57 | 57 | 76 | 89 | 108 | 133 | 158 |
| Rozměr A | mm | 100 | 110 | 110 | 100 | 120 | 200 | 200 | 250 | 300 |
| Rozměr B | mm | 300 | 380 | 400 | 400 | 500 | 700 | 700 | 900 | 1 000 |
| Rozměr C | mm | 65 | 80 | 100 | 100 | 130 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Výška L | mm | 485 | 600 | 600 | 1 050 | 1 200 | 1 550 | 1 550 | 1 800 | 1 950 |
| Rozměr S | mm | 169 | 208 | 208 | 400 | 400 | 500 | 500 | 560 | 620 |
| Hmotnost | kg | 6 | 10 | 15 | 20 | 35 | 50 | 60 | 80 | 100 |
| Objednací číslo | | 10.2.9.1 | 10.2.10.1 | 10.2.11.1 | 10.2.1.1 | 10.2.2.1 | 10.2.3.1 | 10.2.4.1 | 10.2.5.1 | 10.2.6.1 |

Technická dokumentace HVDT je přílohou této práce. [P8]

B.12.2 NÁVRH ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE

Vstupní údaje

objemový průtok:

$$\dot{m} = \dot{m}_1 + \dot{m}_2 + \dot{m}_3 + \dot{m}_4 + \dot{m}_{TV}$$
$$\dot{m} = 0,903 + 1,327 + 1,218 + 2,559 + 0,946 = 6,956 \text{ m}^3/\text{hod}$$

\dot{m} – průtok potřebný pro jednotlivé větve [m^3/hod]

celkový výkon:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_{TV}$$
$$Q = 10,50 + 15,43 + 14,16 + 29,76 + 11,00 = 80,85 \text{ kW}$$

Q – výkon potřebný pro jednotlivé větve [kW]

Tab. 27: Parametry R+S ETL [24]

| | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Qmax = [m^3/hod] | 6 | 10 | 15 | 23 | 42 | 65 | 95 | 130 |
| do výkonu [kW] při $\Delta t=20$ | 120 | 250 | 350 | 550 | 1000 | 1500 | 2100 | 3000 |
| MODUL | 80 | 100 | 120 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| Průtok. průřez komor S_p (m^2) | 0,0019 | 0,0028 | 0,0040 | 0,0070 | 0,0114 | 0,0176 | 0,0271 | 0,0380 |
| Max. délka (m) | 1,5 | 2,0 | 3,0 | | | | | |

Návrh

Navrhuji kombinovaný rozdělovač/sběrač ETL, Modul 100.

rozteč mezi jednotlivými okruhy: 200 mm (větev TV, větev 3, 1), 250 mm (větev 2, 4)

celková délka: 2100 mm

nápojení přívodu z boku, vratu zespodu

Technická dokumentace R+S je přílohou této práce. [P9]

B.12.3 NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ

- Větev 1

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 23,302 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 0,903 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty

$$p_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 23,302 = 11,651 \text{ kPa}$$

P'_v –poměrná autorita ventilu

Návrh k_{vs} hodnoty

$$k_{vS} = V \times \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 0,903 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{11,651}} = 2,65 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 4}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vS}} \right)^2 = \left(\frac{0,903}{4} \right)^2 = 5,096 \text{ kPa}$$

Minimální tlaková ztráta ventilu

$$3 \text{ kPa} < 5,096 \text{ kPa} \rightarrow \text{podmínka splněna}$$

Návrh

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 4$.

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P10]

- Větev 2

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 20,813 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 1,327 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty

$$p_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 20,813 = 10,407 \text{ kPa}$$

P'_v –poměrná autorita ventilu

Návrh k_{vs} hodnoty

$$k_{VS} = V \times \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 1,327 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{10,407}} = 4,11 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 4}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{1,327}{4} \right)^2 = 11 \text{ kPa}$$

Minimální tlaková ztráta ventilu

$$3 \text{ kPa} < 11 \text{ kPa} \rightarrow \text{podmínka splněna}$$

Návrh

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 4$.

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P7]

- Větev 3

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 35,047 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 1,218 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty

$$p_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 35,047 = 17,524 \text{ kPa}$$

P'_v –poměrná autorita ventilu

Návrh k_{vs} hodnoty

$$k_{VS} = V \times \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 1,218 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{17,524}} = 2,9 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 4}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{1,218}{4} \right)^2 = 9,27 \text{ kPa}$$

Minimální tlaková ztráta ventilu

$$3 \text{ kPa} < 9,27 \text{ kPa} \rightarrow \text{podmínka splněna}$$

Návrh

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 4$.

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P10]

- Větev 4

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 37,541 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 2,559 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty

$$p_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 37,541 = 18,771 \text{ kPa}$$

P'_v –poměrná autorita ventilu

Návrh k_{vs} hodnoty

$$k_{vs} = V \times \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 2,559 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{18,771}} = 5,9 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 6,3}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{2,559}{6,3} \right)^2 = 16,5 \text{ kPa}$$

Minimální tlaková ztráta ventilu

$$3 \text{ kPa} < 16,5 \text{ kPa} \rightarrow \text{podmínka splněna}$$

Návrh

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 6,3$.

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P10]

B.12.4 NÁVRH VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ

Vyvažovací ventily budou umístěny na patách jednotlivých větví pro docílení požadované dopravní výšky čerpadla.

- Větev 1

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{\text{dis}} = 23,302 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 0,903 \text{ m}^3/\text{hod} = 0,251 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{VS} hodnoty

$$k_{VS} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,251}{\sqrt{23,302}} = 1,87 \rightarrow \frac{DN20 (2 \text{ otáčky})}{k_{VS} = 1,9}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{0,903}{1,9} \right)^2 = 22,6 \text{ kPa}$$

Návrh

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN20 $k_{VS} = 1,9$ (2 otáčky).

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P11]

- Větev 2

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{\text{dis}} = 20,813 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 1,327 \text{ m}^3/\text{hod} = 0,369 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{VS} hodnoty

$$k_{VS} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,369}{\sqrt{20,813}} = 2,91 \rightarrow \frac{DN20 (3 \text{ otáčky})}{k_{VS} = 3,87}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{1,327}{3,87} \right)^2 = 11,75 \text{ kPa}$$

- **Návrh:** Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN20 $k_{VS} = 3,87$ (3 otáčky).

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P11]

- Větev 3

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{\text{dis}} = 35,047 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 1,218 \text{ m}^3/\text{hod} = 0,338 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{VS} hodnoty

$$k_{VS} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,338}{\sqrt{35,047}} = 2,05 \rightarrow \frac{DN20 (2,5 \text{ otáčky})}{k_{VS} = 2,8}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{1,218}{2,8} \right)^2 = 18,9 \text{ kPa}$$

- **Návrh:** Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN20 $k_{VS} = 2,8$ (2,5 otáčky).

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P11]

- Větev 4

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{\text{dis}} = 37,541 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 2,559 \text{ m}^3/\text{hod} = 0,771 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{vs} hodnoty

$$k_{VS} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,771}{\sqrt{37,541}} = 4,53 \rightarrow \frac{DN25 (2,5 \text{ otáčky})}{k_{vs} = 5,3}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{2,559}{4,75} \right)^2 = 23,3 \text{ kPa}$$

Návrh: Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN25 $k_{vs} = 5,3$ (2,5 otáčky).

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P11]

- Větev: větev k zásobníku TV

Vstupní údaje

tlaková ztráta okruhu: $p_{\text{dis}} = 11,73 \text{ kPa}$

objemový průtok: $V = 0,946 \text{ m}^3/\text{hod} = 0,263 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{vs} hodnoty

$$k_{VS} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,263}{\sqrt{11,73}} = 2,76 \rightarrow \frac{DN20 (2,5 \text{ otáčky})}{k_{vs} = 2,8}$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 = \left(\frac{0,946}{2,8} \right)^2 = 11,41 \text{ kPa}$$

Návrh: Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN20 $k_{vs} = 2,8$ (2,5 otáčky).

Technická dokumentace ventilu je přílohou této práce. [P11]

B.12.5 AUTOMATICKÁ BLOKOVÁ ÚPRAVA VODY

Na vodovodním potrubí bude osazena automatická bloková úpravna vody.

Návrh

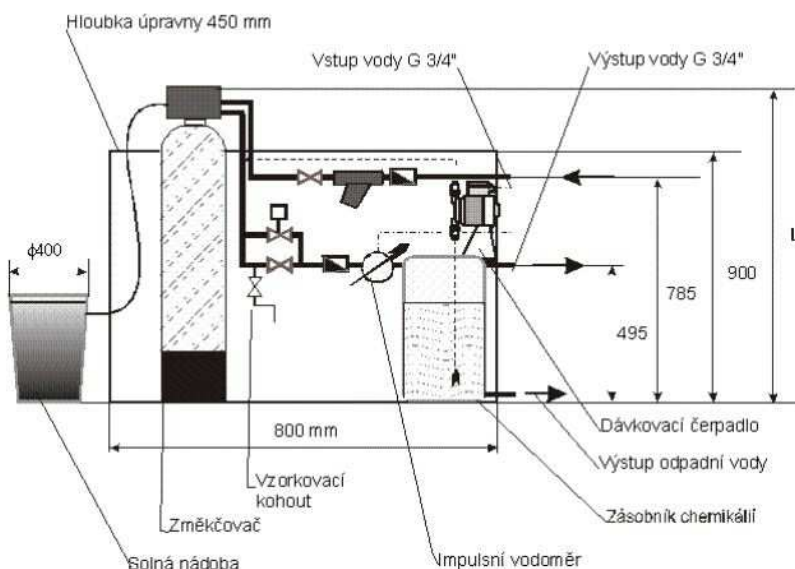
Navrhuji automatickou blokovou úpravnu vody DETO ABUV 150.

Úpravny tohoto typu jsou osazeny jednoduchým automatickým změkčovačem a jednou dávkovací jednotkou na korekční směsnou chemikálii.

Technická dokumentace úpravny vody je přílohou této práce. [P12]

Tab. 28: Parametry automatické blokové úpravny vody DETO ABUV 150 [25]

| Technické údaje / typ | | ABUV 150 | ABUV 200 | ABUV 250 | ABUV 350 |
|-----------------------------------|------|-----------|----------|----------|----------|
| Přetlak napájecí vody | MPa | 0,2 - 0,6 | | | |
| Maximální pracovní teplota | °C | 40 | | | |
| Elektrické napájení | V/Hz | 230 / 50 | | | |
| Příkon | VA | 30 | | | |
| Nominální průtok | l/h | 320 | 680 | 1 320 | 2 500 |
| Maximální průtok | l/h | 1 800 | 2 000 | 2 500 | 2 500 |
| Objem náplně změkč.pryskyřice | l | 11 | 17 | 40 | 68 |
| Kapacita | mol | 6,6 | 10,2 | 24 | 40,8 |
| Spotřeba NaCl na 1 regeneraci | kg | 2,2 | 3,4 | 8 | 15,8 |
| Rozměry úpravny šířka/hloubka | mm | 800 / 450 | | | |
| Připojovací výška vstupu | mm | 850 | 850 | 850 | 1 230 |
| Připojovací výška výstupu | mm | 580 | 580 | 580 | 950 |
| Připojovací rozměr odpadu Js 1/2" | mm | 960 | 960 | 1 070 | 1 430 |
| Průměr solné nádrže | mm | 380 | 380 | 380 | 500 |
| Hmotnost | kg | 30 | 40 | 54 | 94 |
| Objednací číslo | | 01421011 | 01421017 | 01421040 | 01421068 |



Obrázek 43: Schéma zapojení automatické blokové úpravny vody DETO ABUV 150 [25]

B.13 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE A PALIVA

Vstupní údaje

celková tepelná ztráta budovy: $Q_{ztr} = 58,75 \text{ kW}$

venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15 \text{ °C}$

počet dnů v otopném období: $d = 229$

střední venkovní teplota v otopném období: $t_{es} = 4,0 \text{ °C}$

průměrná vnitřní teplota: $t_{is} = 20 \text{ °C}$

součinitel vyjadřující nesoučasnost tepelné ztráty: 0,85

opravný součinitel na vliv přerušovaného vytápění: 0,8

denní potřeba teplé vody za: $V = 2,957 \text{ m}^3/\text{den}$

výstupní teplota vody z ohřívače: $t_{tv} = 55 \text{ °C}$

teplota studené vody v létě: $t_{sv,L} = 15 \text{ °C}$

teplota studené vody v zimě: $t_{sv,Z} = 10 \text{ °C}$

B.13.1 Roční spotřeba energie pro přípravu teplé vody

Energie pro ohřev vody za den

$$E_{TV,d} = V \times c \times (t_1 - t_2) = 2,957 \times 1,163 \times (55 - 10) = 151,16 = kWh/\text{den}$$

c – měrné teplo vody [$Wh/(kg \times K)$]

t_2 – výstupní teplota vody z ohřívače [$^{\circ}C$]

t_1 – výstupní teplota vody do ohřívače [$^{\circ}C$]

Korekce na proměnlivou vstupní teplotu

$$k_t = \frac{t_{tv} - t_{sv,L}}{t_{tv} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba energie pro přípravu TV

$$E_{TV} = E_{TV,d} \times d + k_t \times E_{TV,d} \times (365 - d)$$
$$E_{TV} = 151,16 \times 229 + 0,89 \times 151,16 \times (365 - 229) = 52,91 \text{ MWh/rok}$$

Roční spotřeba energie pro ohřev TV

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \times \eta_{distr}} = \frac{52,91}{0,97 \times 0,55} = 99,2 \text{ MWh/rok}$$

η_{zdroj} – účinnost zdroje [-]

η_{distr} – účinnost distribuce teplé vody [-]

B.13.2 Roční spotřeba energie pro vytápění

Měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T+1} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{58750}{35} = 1678,6 \text{ W/K}$$

Q – Celková tepelná ztráta budovy [W]

Δt – rozdíl teplot v exteriéru a interiéru [°C]

Roční potřeba energie pro přípravu vytápění

$$E_{UT} = 24 \times \varepsilon \times e \times D \times H_{T+1}$$
$$E_{UT} = 24 \times 1,0 \times 0,64 \times 3664 \times 1678,6 = 94,47 \text{ MWh/rok}$$

ε – součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku [-]

Součinitel vyjadřující snížení vlivu přerušovaného vytápění

$$e = e_t \times e_d = 0,8 \times 0,8 = 0,64$$

e_t – pro pětidenní provoz = 0,8

e_d – pro přerušované vytápění v noci = 0,8

Počet denostupňů

$$D = d \times (t_{is} - t_{es}) = 229 \times (20 - 4) = 3664$$

Roční spotřeba energie pro ohřev vytápění

$$E_{UT,SK} = \frac{E_{UT}}{\eta_{zdroj} \times \eta_{distr}} = \frac{94,47}{0,97 \times 0,95} = 102,52 \text{ MWh/rok}$$

B.13.3 Celková roční spotřeba energie na ohřev TV a vytápění

$$E_{CELK} = E_{TV.SL} + E_{CELK} = 99,2 + 102,52 = 201,72 \text{ MWh}/r$$

$$E_{CELK} = 726,2 \text{ GJ}/r$$

B.13.4 Roční spotřeba paliva

palivo: zemní plyn

$$E = \frac{E_{CELK}}{H} = \frac{726,2 \times 10^3}{35,0} = 20\,743 \text{ m}^3/\text{rok}$$

H – výhřevnost zemního plynu = 35,0 MJ/m³

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1 ÚVOD

Předmětem tohoto projektu je návrh vytápění a ohřevu teplé vody pro administrativní budovu nacházející se v průměrně zastavěné části Ostravy. Objekt má 4 nadzemní a 1 podzemní podlaží o celkové podlahové ploše 5045,53 m². Úroveň 1.NP = 0,000 = + 224,250 m n. m. Výška objektu je 20,95 m. Konstrukční výška podzemního podlaží 4,3 m, 1. nadzemního podlaží 4,52 m a vyšších podlaží 3,74 m. Světlé výšky jsou v podzemním podlaží 3,56 m, v 1. nadzemním podlaží 3,94 m, v ostatních podlaží 3,02 m. Hlavní vstup do budovy se nachází v 1. nadzemním podlaží a je situován na sever. Vedlejší vstupy do jednotlivých kanceláří se nachází na severní až východní straně. U jižně orientované části budovy je snížena úroveň upraveného terénu a tím je umožněn vjezd do podzemních garáží umístěných v 1. podzemním podlaží. Východní stěna objektu sousedí s vedlejším objektem.

C.1.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Konstrukční systém budovy je železobetonový skelet založený na betonových patkách. Obvodový plášť je v nadzemní části objektu vyzděn z vápenopískových bloků a zateplen kontaktním zateplovacím systémem s tloušťkou izolantu 240 mm. Na severní straně objektu je přes 1. a 2. nadzemní podlaží lehký obvodový plášť v podobě sloupkopříčkové fasády. V podzemní části objektu je obvodový plášť ve styku se zeminou a je zhotoven ze železobetonu.

C.1.2 POPIS PROVOZU

V podzemním podlaží se nachází technické zázemí budovy, sklady, dílna a podzemní garáže.

Vstupní hala je umístěná v 1. nadzemním podlaží s výškou přes dvě podlaží stejně jako část prezentačního sálu. V 1. nadzemním podlaží se dále nacházejí 4 velkoplošné kanceláře.

V 2., 3., a 4. nadzemí podlaží jsou téměř totožně rozmístěny administrativní prostory.

Objekt bude využívám celoročně, převážně od pondělí do pátku.

C.1.3 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU

Podkladem pro zpracování projektu vytápění a návrhu teplé vody je výkresová dokumentace ASŘ (půdorysy jednotlivých podlaží, řez objektem), aktuálně platné technické normy a hygienické předpisy.

C.1.4 ROZSAH PROJEKTU

projekt řeší:

- návrh otopné soustavy
- návrh přípravy teplé vody pro celý objekt

C.2 TEPELNÉ ZTRÁTY A POTŘEBA TEPLA

C.2.1 KLIMATICKÉ PODMÍNKY V MÍSTĚ OBJEKTU

Objekt se nachází ve městě Ostrava, ve výpočtech je uvažováno s následujícími klimatickými podmínkami

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| nadmořská výška: | 224,250 m n. m. |
| výpočtová venkovní teplota: | -15 °C |
| průměrná venkovní teplota: | 4,0 °C |
| počet dnů otopného období: | 229 |

C.2.2 VNITŘNÍ NÁVRHOVÉ PODMÍNKY

Vnitřní návrhové podmínky (teploty) jsou stanoveny dle platných hygienických předpisů s ohledem na tepelnou pohodu uživatelů

- 1.-4. NP

| | |
|-------------------|-------|
| kanceláře | 20 °C |
| chodby | 18 °C |
| schodiště | 18 °C |
| hygienické zázemí | 20 °C |
| vstupní hala | 18 °C |
| sklady | 18 °C |

- 1. PP

| | |
|-------------------|-------|
| chodba | 15 °C |
| sklady | 15 °C |
| hygienické zázemí | 20 °C |
| dílna | 15 °C |
| garáže | 5 °C |
| technické zázemí | 15 °C |
| sprchy | 24 °C |

C.2.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Výpočtové tepelně-technické vlastnosti konstrukcí vycházejí ze skutečného provedení stavby. Konstrukce nesplňující požadavky ČSN 73 0540-2:2011 je doporučeno dodatečně zateplit.

C.2.4 TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY

Celková tepelná ztráta objektu činí 58,75 kW.

Výpočet tepelných ztrát budovy byl proveden ručně za pomoci programu Microsoft Excel. Výpočet byl proveden pro všechny místnosti. V místnostech, které vykazují malé tepelné ztráty nejsou otopná tělesa navržena. Ve výpočtu není uvažováno s tepelnou ztrátou infiltrací, předpokládá se instalace vzduchotechniky pro hygienické větrání a chlazení v letním období v celém objektu, ztráta infiltrací bude řešena vzduchotechnikou.

C.2.5 POŽADOVANÝ TEPELNÝ VÝKON

- požadovaný výkon pro vytápění: 69,26 kW
- požadovaný výkon pro ohřev teplé vody: 11,00 kW

C.2.6 PARAMETRY TEPLONOSNÉ LÁTKY

Teplonosnou látkou je voda.

- teplotní spád pro otopnou soustavu: 75/65°C
- teplotní spád pro otopnou ohřev vody: 75/65°C

C.2.7 SPOTŘEBA ENERGIE/PALIVA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

C.2.7.1 SPOTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

- spotřeba energie pro vytápění: 102,52 MWh/rok
- spotřeba energie pro ohřev teplé vody: 99,2 MWh/rok

C.2.7.2 POTŘEBA PALIVA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

Palivem je zemní plyn.

- spotřeba paliva celkem: 20 743 m³/rok

C.3 ZDROJ TEPLA A PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Jako zdroj tepla pro řešený objekt je navržena trojice kondenzačních plynových kotlů Protherm Panther Condens 25 KKO s plynulou regulací výkonu 5,9 – 24,5 kW. Kotle jsou závěsného typu. Součástí kotlů jsou oběhová čerpadla. Kotle jsou v provedení C, jde tedy o uzavřený spotřebič s přívodem spalovacího vzduchu i odvodem spalin koaxiálním potrubím vyvedeným nad střechu objektu. V patě odkouření je nutno zajistit odvod případného kondenzátu do kanalizace. Kotle budou umístěny v technické místnosti nacházející se v 1. podzemním podlaží.

Ohřev teplé vody je navržen jako pomocí nepřímotopného zásobníkového ohříváče Regulus RBC 1500 o objemu 1466 l. Ohříváč je navržen na jmenovitý výkon 11,00 kW.

C.3.1 ODKOUŘENÍ

Odtah spalin od kotlů Protherm Panther Condens 25 KKO je řešen pomocí výrobcem dodávaného certifikovaného systému odkouření. Trasa odkouření musí být navržena tak, aby případný kondenzát ze spalin byl vždy odveden.

Systém odkouření bude vyveden nad střechu do exteriéru, kde bude ukončen hlavicí ve výšce 1000 mm nad lícem střechy.

C.3.2 VĚTRÁNÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

Technickou místností není možné větrat přirozeně z důvodu umístění technické místnosti pod úroveň terénu. Větrání technické místnosti je nutno navrhnout jako nucené a je součástí vzduchotechniky. Vzduchotechnické rozvody musí splňovat požadavky protipožárních předpisů.

C.3.3 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Zabezpečovací zařízení chrání soustavu proti překročení nejvyššího pracovního tlaku, teploty či nedostatku vody.

Pojistný ventil, který je součástí kotlů není blíže specifikován, a proto byl navrhnout pojistný ventil Honeywell SM 120 nastaven na otevírací přetlak 250 kPa.

Expanzní tlaková nádoba, která je součástí kotlů má objem 8l, což není pro danou otopnou soustavu dostačující, z tohoto důvodu je navržena externí expanzní nádoba s membránou Reflex NG 250/6. Expanzní potrubí propojující soustavu s expanzní nádobou je navrženo 18x1 mm.

C.4 OTOPNÁ SOUSTAVA

C.4.1 POPIS OTOPNÉ SOUSTAVY

V objektu je navržena teplovodní, uzavřená, protiproudá soustava o teplotním spádu 75/65 °C s nucenou cirkulací otopné vody. Objekt je rozdělen do 4 zón s ohledem na velikost dimenzí potrubí a světové strany. Rozvody potrubí jsou zhotoveny z izolovaného měděného potrubí. Páteční rozvody jsou v podzemním podlaží napojeny na rozdělovač/sběrač a pod stropem rozvedeny k jednotlivým stoupacím potrubím a k otopným tělesům umístěným v podzemním podlaží. Rozdělovač/sběrač je od kotlového okruhu oddělen hydraulickým vyrovnávačem dynamických tlaků. V nadzemních podlažích jsou rozvody umístěny v konstrukci podlahy. Délkové kompenzace potrubí jsou řešeny pomocí přirozené změny trasy potrubí, u dlouhých rovných úseků jsou navrženy gumové kompenzátory.

Pátý okruh slouží k nepřímotopnému ohřevu teplé vody.

C.4.2 OBĚHOVÁ ČERPADLA

Nucenou cirkulaci vody zajišťují na všech pěti větvích čerpadla od výrobce Grundfos. Čerpadla jsou navržena pomocí výpočtového softwaru výrobce Grundfos Product Center. Čerpadla byla navržena dle požadovaných pracovních bodů čerpadel.

C.4.3 ARMATURY A ZAŘÍZENÍ

Součástí návrhu systému je návrh následujících armatur a zařízení.

| | |
|---|------------------------------------|
| • hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků: | Aqua Product – HVDT II |
| • rozdělovač a sběrač: | ETL modul 100 |
| • expanzní nádoba: | Reflex NG 250/6 |
| • pojistné ventily: | Honeywell SM120 |
| • trojcestné směšovací ventily: | ESBE VRC 131 |
| • vyvažovací ventily: | vyvažovací ventil STAD |
| • automatická bloková úpravna vody: | DETO ABUV 150 |
| • zásobníkový ohřívač: | Regulus RBC 1500 |
| • kompenzátory: | gumový kompenzátor Corex T8.000 |

C.4.4 NAPOUŠTĚNÍ A VYPOUŠTENÍ SOUSTAVY

Doplňování vody do systému z vodovodního řádu je možné zahájit buď ručně nebo automaticky v závislosti na regulačních prvcích systému přes automatickou úpravnu vody DETO ABUV 150.

Vypouštět lze jednotlivé větve pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných na patách větví u rozdělovače/sběrače, nebo lze vypouštět celou soustavu pomocí vypouštěcího kohoutu na HVDT, rozdělovači/sběrači nebo na propojujícím potrubí.

C.4.5 TEPELNÉ IZOLACE

Potrubní rozvody budou opatřeny tepelnou izolací ROCKWOOL PIPO. Návrh tloušťky izolací byl proveden pomocí internetového výpočtového softwaru na portálu www.tzb-info.cz

C.4.6 OTOPNÁ TĚLESA

Distribuci tepla do místností zajišťují převážně desková otopná tělesa typu Ventil Kompakt doplněná o desková otopná tělesa typu Klasik, které jsou umístěné v podzemním podlaží. Ve vstupní hale a prezentačním sále jsou umístěné otopné lavice a v jedné kanceláři 2 konvektory. Celkový výkon navržených otopných těles je 69,26 kW.

C.4.7 MĚŘENÍ REGULACE OTOPNÉ SOUSTAVY

Otopná soustava a provoz kotle jsou řízeny pomocí ekvitermního regulátoru, který dodává společnost Protherm. Regulátor se umístí v místnosti, která bude z hlediska tepelných ztrát a z hlediska světové strany nejvíce zatížená. Venkovní čidlo je druhým prvkem regulace soustavy, čidlo opět dodává společnost Protherm. Čidlo nesmí být na místě, kde by bylo ovlivňováno přímým slunečním zářením.

Zásobníkový ohřívač bude regulován pomocí vestavěného termostatu v zásobníku, který bude propojen s řídicí jednotkou kotle, pokud poklesne teplota vody v zásobníku, automaticky se spustí provoz kotle a oběhového čerpadla.

Hydraulické vyvážení soustavy je provedeno pomocí regulačních prvků na otopných tělesech. Pro docílení větší přesnosti vyvážení je vyvážení provedeno na termostatických ventilech i regulačních šroubeních. Na termostatické ventily budou osazeny i hlavice pro individuální doregulování.

C.5 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

C.5.1 STAVEBNÍ PRÁCE

Trubní rozvody vedené v konstrukci podlahy budou provedeny před zhotovením roznášecí betonové vrstvy. V podzemním podlaží bude potrubí zavěšeno pomocí ocelových objímek pod stropem. Svislé rozvody budou vedeny v instalačních šachtách.

C.5.2 ZDRAVOTECHNIKA A PLYNOINSTALACE

Bude vybudovaný přípoj na vodovod v technické místnosti pro napouštění a doplňování soustavy.

Bude zajištěn odvod kondenzátu do kanalizace, a bude vybudována podlahová vpust v technické místnosti

Akumulační nepřímotopný zásobník teplé vody je nutné napojit na rozvody ZTI.

Bude zajištěn přívod plynu pro kotle.

C.5.3 ELEKTROINSTALACE

Je nutné zřídit samostatně jištěný přívod ke kotlům a oběhovým čerpadlům, ukončený zásuvkami 230V/50Hz. Nutné zřídit propojení venkovního čidla s kotly.

jmenovité elektrické příkony:

| | |
|--|---------|
| • 3x kotel Protherm Panther Condens 25 KKO | 3x151 W |
| • čerpadlo Grundfos ALPHA2 25-60 180 | 36 W |
| • čerpadlo Grundfos ALPHA2 25-80 N 180 | 50 W |
| • čerpadlo Grundfos MANGA1 25-120 | 188 W |
| • čerpadlo Grundfos MANGA1 25-120 N | 188 W |
| • čerpadlo Grundfos ALPHA2 25-40 180 | 18 W |

C.6 MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU

Při montáži budou dodrženy zásady BOZP, technologické postupy, předepsané montážní postupy výrobců, čím se maximálně zamezí nefunkčnosti systému nebo poruchám.

C.6.1 ZRDOJ TEPLA

Montáž a uvedení do provozu smí provádět pouze osoba s dostatečnou kvalifikací. Osoba, která provádí montáž musí být držitelem osvědčení o kvalifikaci pro provádění dané činnosti.

Montáž a uvedení do provozu musí být v souladu s ČSN 06 310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž

C.6.2 OTOPNÁ SOUSTAVA

Montáž a uvedení do provozu smí pouze osoba s dostatečnou kvalifikací. Osoba, která provádí montáž musí být držitelem osvědčení o kvalifikaci pro provádění dané činnosti.

Montáž a uvedení do provozu musí být v souladu s ČSN 06 310 - Tepelné soustavy v budovách - projektování a montáž

C.6.3 ZKOUŠKY

C.6.3.1 ZKOUŠKA TĚSNOSTI

Zkouška těsnosti se provádí před dokončením stavebních úprav (zazděním drážek, prostupů a před montáží izolací). Soustava se zkouší na nejvyšší dovolený přetlak. Při zkoušení se prohlédnou všechny spoje, všechna zařízení a kontroluje se těsnost po dobu minimálně 6 hodin. Zkouška se považuje za úspěšnou, pokud se neobjeví žádná netěsnost a nedojde-li ke znatelnému poklesu tlaku.

C.6.3.2 DILATAČNÍ ZKOUŠKA

Dilatační zkouška se provede ohřátím teplotonosné látky v soustavě na nejvyšší pracovní teplotu a následným ochlazením. Tento postup se opakuje dvakrát. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani žádné jiné závady. Dilatační zkouška se provádí před zkouškou těsnosti.

C.6.3.3 TOPNÁ ZKOUŠKA

Před topnou zkouškou musí být provedeno autorizované uvedení kotlů do provozu. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach ohřátou topnou vodou a hydraulické vyvážení.

topnou zkouškou se kontroluje:

- správná funkce armatur
- správná funkce zabezpečovacích zařízení
- rovnoměrné ohřívání všech otopných těles
- dosažení technických předpokladů projektu
- výkon zdroje
- výkon přípravy teplé vody
- dosažení projektované účinnosti zdroje
- správná funkce regulačních zařízení

C.7 OBSLUHA A OVLÁDÁNÍ

Obsluha musí být podrobně seznámena s principem ovládání a samotné obsluhy.
Obsluha musí být prokazatelně seznámena s BOZP.

C.8 BEZPEČNOST, OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

C.8.1 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Instalací a provozem nesmí dojít k poškození životního prostředí, nebo zhoršení vlivů na životní prostředí.

C.8.2 HOSPODAŘENÍ S ODPADY

Při realizaci i při provozu je nutno splňovat požadavky na hospodaření s odpady dle zák. 185/01 Sb.

C.8.3 BEZPEČNOST PŘI REALIZACE

Všechny práce mohou provádět pouze osoby, které mají k dané činnosti odpovídající kvalifikace. Zhotovitel dodrží všechny aktuálně platné předpisy BOZP. Kontrolní prohlídky při realizace budou zaznamenány do stavebního deníku

C.8.4 BEZPEČNOST PŘI PROVOZOVÁNÍ A UŽÍVÁNÍ

Provozovat soustavu smí pouze prokazatelně proškolená obsluha. Je nutné dodržovat postupy uvedené v podkladech výrobce. Zhotovitel zařízení je povinen předat návody a pokyny pro obsluhu.

C.8.5 POŽÁRNÍ OCHRANA

Při realizaci a provozu zařízení je nutno dodržovat požadavky na požární ochranu, které stanovuje ČSN 73 0810.

C.9 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov

ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody

ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 06 0205 – Tepelné soustavy v budovách – navrhování teplovodních otopných soustav

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 07 0703 – Kotelny se zařízeními na plynná paliva

ČSN 01 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění
ČSN 38 3350 – Zásobování teplem – Všeobecné zásady
ČSN EN 442-1 – Otopná tělesa část 1
ČSN EN 12831-1– Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
Zákon č. 406/2000 Sb. – Zákon o hospodaření energií
Zákon č. 201/2012Sb. – Zákon o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů
Zákon č. 185/2001 Sb. – Zákon o odpadech
Vyhl.193/2007Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu
tep.energie a vnitřním rozvodu tep.energie a chladu vyhl.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo vypracování projektu vytápění a přípravy teplé vody administrativní budovy v Ostravě.

Práce je rozdělena do tří částí, v první teoretické části jsem se zabýval technologií BIM.

Další dvě části se zabývají návrhem vytápění a ohřevu teplé vody pro daný objekt.

Jedná se o objekt mající celkovou návrhovou tepelnou ztrátu 58,75 kW s průměrným součinitelem prostupu tepla 0,394 W/(m²×K).

Byla navržena dvoutrubková soustava, protiproudá, uzavřená s nuceným oběhem vody pro všechny větve. Oběh vody je zajištěn čerpadly, umístěnými na patách větví. Pro distribuci tepla do místností jsou navržena desková otopná tělesa, otopné lavice a konvektory. Jako zdroj tepla byly navrženy 3 plynové kotle o celkovém maximálním výkonu 73,5 kW, které jsou umístěné v technické místnosti. Pro ohřev teplé vody je navržen nepřímotopný zásobník o objemu 1466 l. Byla navržena expanzní nádoba, pojistné ventily a další prvky související se systémem.

Řešení objektu je shrnuté v technické zprávě. Bakalářská práce byla zpracována s platnými normami a předpisy a bylo využito technických podkladů jednotlivých výrobců.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Zdroje

1. ČERNÝ, Martin a kolektiv autorů. *BIM příručka*. Tháurova 2077/7, 166 29 Praha 6, 2013. ISBN 978-80-260-5297-5.
2. FADW s.r.o. *Projekt Studentské koleje Novodvorská*. In: Tzb-info [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim/13821-bim-revolucni-zpusob-projektovani-budoucnost-ceskych-staveb>
3. Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR s.r.o. BIM. In: Cegra [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.cegra.cz/bim/>
4. WAVIN Ekoplastik s.r.o. *Jak a proč začít s BIM aneb odpovědi na otázky začátečníků*. In: Tzb-info [online]. 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim/18721-jak-a-proc-zacit-s-bim-aneb-odpovedi-na-otazky-zacatecniku>
5. Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR s.r.o. BIM. In: Cegra [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.cegra.cz/bim/implementace-bim/>
6. CAD Studio s.r.o., *Co je BIM - informační model budovy*. Bimfo [online]. 2018 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Co-je-BIM.aspx>
7. HELVÍNOVÁ, Veronika. *IMPLEMENTACE BIM DO PODNIKU MALÉHO ROZSAHU V ČR*. Brno, 2018. Diplomová práce. VUV Brno. Vedoucí práce Eva Vítková.
8. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Koncepce zavádění metody BIM v České republice* [online]. září 2017, s. 49 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf>
9. MATĚJKA, Petr, Eduard HROMADA, Nataliya ANISIMOVA, Jiří DOBIÁŠ, Pavel KOVÁŘ a Ivana KOZÁKOVÁ. *Základy implementace BIM na českém stavebním trhu*. Gorkého 41, 602 00, Brno: Tribun EU, 2012. ISBN 978-80-86590-10-3.
10. Odborná rada pro BIM z.s. *BIM ve světě* [online]. 2015 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.bimin.cz/2261-vse-o-bim-bim-ve-svete.aspx>
11. SEIDL, Pavel, WAVIN Ekoplastik s.r.o. *BIM – Nové trendy v projektování*. In: Tzb-info [online]. 2018 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim/16874-bim-nove-trendy-v-projektovani>
12. CAD Studio s.r.o., *Historie BIM*. Bimfo [online]. 2018 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Historie-BIM.aspx>
13. AUTODESK [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/>
14. GRAPHISOFT [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.graphisoft.com/archicad/>
15. NEMETSCHEK COMPANY [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.allplan.com/cz/>
16. Lukáš Vacík. *BIM a koordinace* [online]. 25. ledna 2017 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: [https://www.bimfo.cz/Aktuality/BIM-a-koordinace-\(1\).aspx](https://www.bimfo.cz/Aktuality/BIM-a-koordinace-(1).aspx)
17. FALTEJSEK, Michal. *Simulace jako důležitá součást konceptu BIM* [online]. 25.6.2018 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim/17560-simulace-jako-dulezita-soucast-konceptu-bim>

18. HORÁK, Jiří. *Projektování TZB v Revitu: Problémy a úskalí* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/stavebnictvi/79-stavebnictvi/6894-projektovani-tzb-v-revitu-problemy-a-uskali.html>
19. KORADO, a.s. [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/>
20. IMI Hydronic Engineering [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Pages/default.aspx>
21. *PROTHERM* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/kontakt/>
22. *HONEYWELL* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://productcatalog.honeywellhome.com/cz/index.html>
23. *AQUA product, s.r.o.* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.aquaproduct.cz/>
24. *ETL, A.S.* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.etl.cz/>
25. *DETO Brno, spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.deto.cz/>

Software

1. Korado – program pro přepočet tepelných výkonů otopných těles
2. Grundfos Product Center – program pro návrh oběhových čerpadel
3. Autodesk Revit 2019
4. Autodesk Autocad 2019
5. Microsoft Word
6. Microsoft Excel
7. TZB-info, Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu
8. TZB-info, Výpočet tlakové ztráty třením v potrubí

Zákony, vyhlášky, normy

1. ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov
2. ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody
3. ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb
4. ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
5. ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
6. ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění
7. ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
8. ČSN 06 0205 – Tepelné soustavy v budovách – navrhování teplovodních otopných soustav
9. ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
10. ČSN 07 0703 – Kotelny se zařízeními na plynná paliva
11. ČSN 01 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění
12. ČSN 38 3350 – Zásobování teplem – Všeobecné zásady
13. ČSN EN 442-1 – Otopná tělesa část 1
14. ČSN EN 12831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
15. Zákon č. 406/2000 Sb. – Zákon o hospodaření energií
16. Zákon č. 201/2012Sb. – Zákon o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů
17. Zákon č. 185/2001 Sb. – Zákon o odpadech
18. Vyhl.193/2007Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tep.energie a vnitřním rozvodu tep.energie a chladu

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

- BIM – Building Information Modeling = Informační model budovy
- 2D – Dvourozměrný
- 3D – Třírozměrný
- TZB – Technická Zařízení Budov
- CAD – Computer Aided Design = počítačem podporované projektování
- ZTI – Zdravotně Technické Instalace
- NP – Nadzemní podlaží
- PP – Podzemní podlaží
- EPS – Expandovaný polystyren
- LD – Typ otopného tělesa
- LKE – Typ otopného tělesa
- VK – Typ otopného tělesa
- TV – Teplá voda
- HVDT – Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků
- R+S – Rozdělovač + sběrač
- ČSN – Česká technická norem
- BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- TRV – Trojcestný ventil
- RV – Regulační ventil

Veličiny

- U – součinitel prostupu tepla [$W/(m^2 \times K)$]
 $U_{N,20}$ – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$W/(m^2 \times K)$]
 ΔU – přírůžka součinitele prostupu tepla na tepelné vazby [$W/(m^2 \times K)$]
 α_i – je součinitel přestupu tepla na vnitřní straně [$W/(m^2 \times K)$]
 α_e – součinitel přestupu tepla na vnější straně [$W/(m^2 \times K)$]
 d_j – tloušťka vrstvy konstrukce [m]
 λ_i – součinitel tepelné vodivosti vrstvy konstrukce [$W/(m \times K)$]
 R_{si} – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [$(m^2 \times K)/W$]
 R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně [$(m^2 \times K)/W$]
 R_t – celkový odpor konstrukce při prostupu tepla [$(m^2 \times K)/W$]
 A_k – plocha [m^2]
 $H_{T,i}$ – celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]
 $H_{T,ie}$ – měrná ztráta přímo do venkovního prostředí [W/K]
 $H_{T,iue}$ – měrná ztráta přes nevytápěný prostor [W/K]
 $H_{T,ij}$ – měrná ztráta do prostor s odlišnou teplotou [W/K]
 $H_{T,ig}$ – měrná tepelná ztráta zeminou [W/K]
 θ_t – Teplota [$^{\circ}C$]
 e_k – korekční součinitel vystavení povětrnostním vlivům [-]
 b_u – teplotní redukční činitel [-]
 f_{ij} – teplotní redukční činitel [-]
 f_{g1} – korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty [-]
 f_{g2} – teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]
 G_w – opravný součinitel na vliv spodní vody [-]
 $U_{equiv,k}$ – ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou [$W/(m^2 \times K)$]
 n – násobnost výměny vzduchu, závisí na typu místnosti [-]
 n_{50} – hodnota intenzity výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa [hod^{-1}]
 e_i – stínící součinitel, závislý na poloze budovy v krajině [-]
 ε_i – korekční součinitel na výšku od úrovně terénu [-]
 $V_{min,i}$ – menší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů [m^3/h]
 $V_{inf,i}$ – množství vzduchu, které projde do budovy díky infiltraci pláště [m^3/h]
 $\Phi_{HL,i}$ – celkový návrhový tepelný výkon pro místnost [W]
 $\Phi_{T,i}$ – návrhová ztráta prostupem [W]
 $\Phi_{V,i}$ – návrhová ztráta větráním [W]
 Q_{Tskut} – skutečný výkon otopných těles [W]
 Q_T – skutečný výkon otopných těles [W]
 ϕ – součinitel zohledňující způsob připojení těles [-]
 z_1 – součinitel na úpravu okolí (zákryt, umístění do niky, ..) [-]
 z_2 – součinitel na počet článků (nad 10 čl.) [-]

z_3 – součinitel na umístění tělesa v místnosti [-]
 Δp – tlaková ztráta [kPa]
 m – hmotnostní průtok [kg/hod]
 Q_{PRIPOJ} – výkon kotelny [kW]
 Q_{VYT} – potřeba tepla pro vytápění [kW]
 Q_{VZT} – potřeba tepla pro VZT [kW]
 Q_{TV} – potřeba tepla po přípravu TV [kW]
 Q_{TECH} – potřeba tepla pro technologie [kW]
 $V_{\text{o,umyvadla}}$ – objem teplé vody potřebné pro umyvadla za 1 periodu [m^3/per]
 $V_{\text{o,sprchy}}$ – objem teplé vody potřebné pro sprchy za 1 periodu [m^3/per]
 $V_{\text{j,dřezy}}$ – objem teplé vody potřebné pro dřezy za 1 periodu [m^3/per]
 $V_{\text{u,úklid}}$ – objem teplé vody potřebné pro úklid za 1 periodu [m^3/per]
 n_i – počet příslušných dávek teplé vody za jednu periodu [-]
 n_j – počet příslušných dávek teplé vody za jednu periodu [-]
 n_u – počet m^2 plochy / 100 [$\text{m}^2/100\text{m}^2$]
 $V_{\text{d,i}}$ – objem teplé vody příslušné dávky [m^3]
 $V_{\text{d,j}}$ – objem teplé vody příslušné dávky [m^3]
 V_u – objem teplé vody příslušné dávky [$\text{m}^3/100\text{m}^2$ podlahové plochy]
 V_{2p} – Celková potřeba teplé vody za periodu [m^3/per]
 Q_{2p} – Potřeba tepla odebraného z ohřívače v TV během 1 periody [kWh/per]
 Q_{2t} – Teoretické teplo dodané z ohřívače v době periody [kWh/per]
 Q_{2z} – Teplo ztracené při ohřevu a distribuci v době periody [kWh/per]
 z – součinitel ztráty [-]
 ΔQ_{max} – maximální rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla [kWh]
 C – měrná tepelná kapacita [$\text{J/kg}\times\text{K}$]
 c – měrné teplo vody [$\text{Wh/kg}\times\text{K}$]
 θ_2 – výstupní teplota vody z ohřívače [$^{\circ}\text{C}$]
 θ_1 – výstupní teplota vody do ohřívače [$^{\circ}\text{C}$]
 Q_1 – maximální hodnota křivky dodávky tepla [kWh]
 T_1 – vyšší teplota teplotního spádu [$^{\circ}\text{C}$]
 T_2 – nižší teplota teplotního spádu [$^{\circ}\text{C}$]
 t_1 – vstupní teplota vody do ohřívače [$^{\circ}\text{C}$]
 t_2 – výstupní teplota vody z ohřívače [$^{\circ}\text{C}$]
 R – měrná ztráta třením [Pa/m]
 l – délka potrubí [m]
 ξ – součinitel místního odporu [-]
 w – rychlost proudění vody v potrubí [m/s]
 d – vnitřní profil potrubí [mm]
 ρ – hustota vody [mm]

λ – součinitel tření [-]
 Z – tlaková ztráta vřazenými odpory [Pa]
 $\Delta p_{\text{č}}$ – dopravní tlak oběhového čerpadla [Pa]
 Δp_{dis} – dispoziční tlak [Pa]
 Δp_{ph} – účinný tlak [Pa]
 h_{MR} – výška manometrické roviny [m]
 t_{max} – maximální teplota otopné vody [°C]
 Q_{p} – výkon kotle [Kw]
 V_0 – objem vody v soustavě [m³]
 V_{p} – objem vody v potrubí [m³]
 V_{OT} – objem body v deskových otopných tělesech [m³]
 V_{OTK} – objem vody v konvektorech [m³]
 V_{ROZ} – objem vody v rozdělovači a sběrači [m³]
 V_{HVDT} – objem vody v HVDT [m³]
 V_{K} – objem vody v kotli [m³]
 V_{OH} – objem vody zásobníkovém ohříváči [m³]
 V_{e} – expanzní objem [m³]
 n – součinitel zvětšení objemu [-]
 p_{ddov} – nejnižší dovolený provozní přetlak [kPa]
 p_{d} – nejnižší provozní přetlak – nejnižší hodnota provozního přetlaku [kPa]
 h – výška otopné soustavy [m]
 ρ – hustota vody [kg/m³]
 g – tíhové zrychlení [m/s²]
 p_{hdov} – nejvyšší dovolený provozní přetlak [kPa]
 p_{k} – tlak, která je dán minimálním konstrukčním přetlakem jednotlivých prvků soustavy, vztaženým k manometrické rovině [kPa]
 V_{ep} – předběžný objem expanzní nádoby [m³]
 p_{hp} – předběžný nejvyšší provozní [kPa]
 p_{d} – nejnižší provozní přetlak [kPa]
 d_{p} – průměr expanzního potrubí [mm]
 α_{v} – výtokový součinitel [-]
 p – otevírací přetlak [kPa]
 K – konstanta syté vodní páry [kW /mm²]
 A_{o} – průřez pojistného sedla [mm]
 d_{i} – ideální průměr sedla [mm]
 d_{o} – průměr sedla skutečného ventilu [mm]
 d_{p} – vnitřní průměr pojistného ventilu [mm]
 Δl – délka prodloužení [mm]
 Δt – rozdíl teplot [°C]
 l_{o} – délka úseku [m]

α – součinitel délkové roztažnosti [K^{-1}]
 Q – instalovaný výkon [W]
 p_{dis} – tlaková ztráta okruhu [kPa]
 p_{v100} – požadovaná tlaková ztráta ventilu [kPa]
 p_{vr} – skutečná tlaková ztráta ventilu [kPa]
 $E_{TV,d}$ – energie pro ohřev teplé vody za den kWh/den
 k_t – korekce na proměnlivou vstupní teplotu [-]
 E_{TV} – roční potřeba energie pro ohřev teplé vody [MWh/rok]
 $E_{TV,SK}$ – roční spotřeba energie pro ohřev teplé vody vody [MWh/rok]
 H_{t+1} – měrná tepelná ztráta prostupem [W/K]
 E_{UT} – roční potřeba energie pro ohřev vytápění [MWh/rok]
 $E_{UT,SK}$ – roční spotřeba energie pro ohřev vytápění [MWh/rok]
 e – součinitel vyjadřující snížení vlivu přerušovaného vytápění [-]
 D – počet denostupňů [-]
 E_{CELK} – roční potřeba energie na TV a vytápění [Gj/rok]
 E – roční spotřeba paliva [m³/rok]
 H – výhřevnost [MJ/m³]
 η_{zdroj} – účinnost zdroje [-]
 η_{distr} – účinnost distribuce teplé vody [-]
 $t_{sv,L}$ – teplota studené vody v létě [°C]
 $t_{sv,Z}$ – teplota studené vody v zimě [°C]

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Základní definice BIM v obrázkovém pojetí [1] | 15 |
| Obrázek 2: Ukázka 2D zobrazení [2]..... | 16 |
| Obrázek 3: Ukázka 3D zobrazení [2]..... | 16 |
| Obrázek 4: Sdílení informací při standardním způsobu projektování [3]..... | 17 |
| Obrázek 5: Sdílení informací při BIM projektování [3] | 17 |
| Obrázek 6: Zobrazení klasického způsobu projektování a BIM projektování [4] | 18 |
| Obrázek 7: Ukázka 2 BIM zobrazení a vzájemného propojení [16] | 18 |
| Obrázek 8: Důvody bránící implementaci BIM v ČR [7]..... | 21 |
| Obrázek 9: Harmonogram zavádění BIM v ČR schválený Ministerstvem průmyslu a obchodu [8] | 23 |
| Obrázek 10: Vývoj technologií v projekci staveb [11]..... | 26 |
| Obrázek 11: Logo Revit: [13] | 28 |
| Obrázek 12: Logo Revit Mep [13] | 29 |
| Obrázek 13: Logo Archicad [13] | 29 |
| Obrázek 14: Logo Allplan [14] | 29 |
| Obrázek 15: Ukázka 2D výstupu z BIM | 30 |
| Obrázek 16: Ukázka 3D výstupu z BIM | 30 |
| Obrázek 17: Zobrazení optimalizace modelu pomocí BIM [1]..... | 31 |
| Obrázek 18: Ukázka ne zcela vykoordinovaného projektu TZB [16] | 32 |
| Obrázek 19: Ukázka zcela vykoordinovaného projektu TZB | 32 |
| Obrázek 20: Ukázka koordinace TZB s nosným skeletem objektu..... | 33 |
| Obrázek 21: Ukázka zobrazení vlastností konstrukcí..... | 33 |
| Obrázek 22: Ukázka možnosti stanovení metodiky dimenzování..... | 34 |
| Obrázek 23: Ukázka automaticky vygenerovaného půdorysu vytápění do slepé matrice | 35 |
| Obrázek 24: Zastínění solárního systému a změna návrhu [17]..... | 36 |
| Obrázek 25: Nutné vytvoření více řezů, pro tvorbu rozvinutého řezu soustavy | 37 |
| Obrázek 26: Vzorové podlaží objektu | 38 |
| Obrázek 27: Deskové těleso Radik Klasik [19] | 69 |
| Obrázek 28: Ventil V-EXACT II [20] | 70 |
| Obrázek 29: Regulační šroubení Regulux [20] | 71 |
| Obrázek 30: Deskové těleso Radik Ventil Kompakt [19]..... | 72 |
| Obrázek 31: Regulační ventil pro tělesa Ventil Kompakt [20] | 73 |
| Obrázek 32: H regulační šroubení Vekolux [20]..... | 74 |
| Obrázek 33: Otopná lavice Radik Koralline LD [19] | 75 |
| Obrázek 34: Axiální ventil V-Exact II [20] | 76 |
| Obrázek 35: Konvektor Radik Koralline Economic LKE [19] | 77 |
| Obrázek 36: Tlakové ztráty + hmotnostní průtoky jednotlivých větví..... | 87 |
| Obrázek 37: Návrh čerpadla pro větve 1..... | 88 |

| | |
|---|-----|
| Obrázek 38: Návrh čerpadla pro větev 2 | 89 |
| Obrázek 39: Návrh čerpadla pro větev 3 | 90 |
| Obrázek 40: Návrh čerpadla pro větev 4 | 91 |
| Obrázek 41: Návrh čerpadla pro větev TV | 92 |
| Obrázek 42: Výpočet tloušťky izolace pro potrubí 10x1 mm..... | 99 |
| Obrázek 43: Schéma zapojení automatické blokové úpravy vody DETO ABUV 150 [25]..... | 113 |

Tabulky

| | |
|---|-----|
| Tab. 1: Ukázka automaticky vygenerovaného výkazu potrubí vytápění..... | 35 |
| Tab. 2: Výpočet součinitelů prostupu tepla | 40 |
| Tab. 3: Souhrn součinitelů prostupu tepla | 47 |
| Tab. 4: Výpočet tepelné ztráty - místnost 203.14 kancelář | 48 |
| Tab. 5: Výpočet tepelné ztráty - místnost 103.01 kancelář | 49 |
| Tab. 6: Výpočet tepelné ztráty - místnost 403.02 kancelář | 50 |
| Tab. 7: Výpočet tepelné ztráty - místnost 101.10 vstupní hala | 51 |
| Tab. 8: Souhrn tepelných ztrát jednotlivých místností | 52 |
| Tab. 9: Návrh otopných těles | 64 |
| Tab. 10: Nastavení ventilu V-EXACT II [20] | 70 |
| Tab. 11: Nastavení ventilu pro tělesa Ventil Kompakt [20] | 73 |
| Tab. 12: Nastavení H regulačního šroubení Vekolux [20] | 74 |
| Tab. 13: Parametry otopné lavice Radik Koraline LD [19]..... | 75 |
| Tab. 14: Nastavení axiálního ventilu V-Exact II [20] | 76 |
| Tab. 15: Parametry konvektoru Radik Koraline Economic LKE [19] | 77 |
| Tab. 16: Délky odkouření od kotle Protherm Panther Condens 25 KKO [21] | 79 |
| Tab. 17: Rozložení odběru tepla během dne..... | 82 |
| Tab. 18: Část dimenzování a hydraulického posouzení potrubí – větev 1 | 84 |
| Tab. 19: Objem vody v potrubí | 93 |
| Tab. 20: Součinitel zvětšení objemu | 95 |
| Tab. 21: Součinitel zvětšení sedla | 97 |
| Tab. 22: Konstanty syté vodní páry..... | 97 |
| Tab. 23: Parametry pojistného ventilu Honeywell SM120 [22] | 98 |
| Tab. 24: Souhrn navržených izolací pro všechny použité dimenze potrubí | 100 |
| Tab. 25: Návrh kompenzátorů..... | 101 |
| Tab. 26: Parametry HVDT II [23]..... | 104 |
| Tab. 27: Parametry R+S ETL [24] | 105 |
| Tab. 28: Parametry automatické blokové úpravny vody DETO ABUV 150 [25]..... | 113 |

Grafy

| | |
|---|----|
| Graf 1: Porovnání časů projektování klasickým způsobem a BIM projektování [5]..... | 19 |
| Graf 2: Graf znázorňující využívání programu Revit [11] | 28 |
| Graf 3: Nastavení ventilu V-EXACT II [20]..... | 70 |
| Graf 4: Nastavení regulačního šroubení Regulux [20]..... | 71 |
| Graf 5: Nastavení ventilu pro tělesa Ventil Kompakt [20]..... | 73 |
| Graf 6: Nastavení H regulačního šroubení Vekolux [20]..... | 74 |
| Graf 7: Nastavení axiálního ventilu V-Exact II [20]..... | 76 |
| Graf 8: Odběrový diagram teplé vody..... | 82 |

PŘÍLOHY

Textové přílohy

- P1 Výpočet tepelných ztrát všech místností
- P2 Technická dokumentace kotle POROTHERM PONTHER CONDENS 25 KKO
- P3 Technická dokumentace ohřívače Regulus RBC 1500
- P4 Kompletní výpočet dimenzování potrubí a hydraulického vyvážení
- P5 Technická dokumentace expanzní nádoby Reflex NG 250/6
- P6 Technická dokumentace pojistného ventilu Honeywell SM120
- P7 Technická dokumentace kompenzátoru Corex T8.000
- P8 Technická dokumentace HVDT
- P9 Technická dokumentace R+S ETL
- P10 Technická dokumentace trojcestného ventilu ESBE VRG131
- P11 Technická dokumentace vyvažovacího ventilu STAD
- P12 Technická dokumentace automatické blokové úpravny vody DETO ABUV 150

Výkresy

- P13 Půdorys 1.PP
- P14 Půdorys 1.NP
- P15 Půdorys 2.NP
- P16 Půdorys 3.NP
- P17 Půdorys 4.NP
- P18 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 1
- P19 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 2
- P20 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 3
- P21 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 4
- P22 Dimenzační schéma větev 1
- P23 Dimenzační schéma větev 2
- P24 Dimenzační schéma větev 3
- P25 Dimenzační schéma větev 4
- P26 Schéma technické místnosti
- P27 Půdorys technické místnosti